COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 23 FÉVRIER 1874.

PRÉSIDENCE DE M. BERTRAND.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Du mouvement ondulatoire d'un train de wagons dû à un choc;* par M. H. **Resal**.

« Nous supposerons que le train est placé sur une voie droite, que les centres de gravité des véhicules se trouvent situés dans un même plan vertical, et que la percussion ait lieu dans ce plan.

» Soient

$M_1, M_2, \ldots, M_i$ les masses des i véhicules qui composent le train, en y comprenant la machine et le tender;

$x_1, x_2, \ldots, x_i$ les distances, en projection horizontale, de leurs centres de gravité $G_1, G_2, \ldots, G_i$ à un point fixe O;

$a_1, a_2, \ldots, a_{i-1}$ les distances $G_1 G_2$, $G_2 G_3, \ldots, G_{i-1} G_i$, lorsque les tampons sont au simple contact ou que les ressorts sont à l'état naturel.

» L'action mutuelle, entre le premier et le second véhicule, développée par les grands ressorts, est proportionnelle à leur déplacement relatif $a_1 - (x_1 - x_2)$ et peut être représentée par $k_1 [a_1 - (x_1 - x_2)]$, k_1 étant un coefficient qui dépend de la nature des ressorts. Appelons de même k_1, $k_2, \ldots, k_{i-1}$ les coefficients semblables relatifs au second, au troisième,..., au $(i-1)^{ième}$ véhicule.

» Pendant le mouvement il se développera des résistances que l'on peut considérer, pour chaque véhicule, comme proportionnelles à sa masse; cette résistance peut donc, pour le $j^{ième}$ véhicule, être représentée par $-k_j b_j$, b_j étant une constante qu'on prendra positivement ou négativement, selon que la vitesse $\frac{dx_j}{dt}$ sera positive ou négative.

» Nous aurons ainsi

$$(1)\quad \left\{\begin{aligned} &\mathrm{M}_1 \frac{d^2 x_1}{dt^2} = k_1(a_1 - x_1 + x_2) - k_1 b_1,\\ &\mathrm{M}_2 \frac{d^2 x_2}{dt^2} = -k_1(a_1 - x_1 + x_2) + k_2(a_2 - x_2 + x_3) - k_2 b_2,\\ &\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,\\ &\mathrm{M}_{i-1} \frac{d^2 x_{i-1}}{dt^2} = -k_{i-2}(a_{i-2} - x_{i-2} + x_{i-2})\\ &\qquad\qquad + k_{i-1}(a_{i-1} - x_{i-1} + x_i) - k_{i-1} b_{i-1},\\ &\mathrm{M}_i \frac{d^2 x_i}{dt^2} = k_{i-1}(a_{i-1} - x_{i-1} + x_i) - k_i b_i; \end{aligned}\right.$$

telles sont les équations qu'il s'agit d'intégrer.

» Posons à cet effet

$$\begin{aligned} z_1 &= x_1 - x_2 - a_1,\\ z_2 &= x_2 - x_1 - a_2,\\ &\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,\\ z_{i-1} &= x_{i-1} - x_i - a_{i-1}; \end{aligned}$$

nous aurons

$$(2)\quad \left\{\begin{aligned} &z_1 + z_2 + \ldots + z_{i-1} + x_i = x_1 - a_1 - a_2 \ldots - a_{i-1},\\ &z_2 + z_3 + \ldots + z_{i-1} + x_i = x_2 - a_2 - a_3 \ldots - a_{i-1},\\ &\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,\\ &z_{i-1} + x_i = x_{i-1} - a_{i-1}, \end{aligned}\right.$$

et les équations (1) deviendront

$$(3)\quad \left\{\begin{aligned} &\mathrm{M}_1 \frac{d^2}{dt^2}(z_1 + z_2 + \ldots + z_{i-1} + x_i) = -k_1 z_1 - k_1 b_1,\\ &\mathrm{M}_2 \frac{d^2}{dt^2}(z_2 + z_3 + \ldots + z_{i-1} + x_i) = k_1 z_1 - k_2 z_2 - k_2 b_2,\\ &\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,\\ &\mathrm{M}_{i-1} \frac{d^2}{dt^2}(z_{i-1} + x_i) = k_{i-2} z_{i-2} - k_{i-1} z_{i-1} - k_{i-1} b_{i-1},\\ &\mathrm{M}_i \frac{d^2 x_i}{dt^2} = k_{i-1} z_{i-1} - k_i b_i. \end{aligned}\right.$$

» Posons, en vue de faire disparaître les $k_i b_i$,

$$z_1 = y_1 + m_i,$$
$$z_2 = y_2 + m_2,$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots,$$
$$z_{i-1} = y_{i-1} + m_{i-1},$$
$$x_i = y_i - \frac{k_i b_i t^2}{2M_i},$$

$m_1, m_2, \ldots, m_{i-1}$ étant des constantes qui sont déterminées par les équations

$$(4)\quad \begin{cases} -\frac{M_1}{M_i} k_i b_i = -k_1(m_1 + b_1), \\ -\frac{M_2}{M_i} k_i b_i = k_1 m_1 - k_2(m_2 + b_2), \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ -\frac{M_{i-1}}{M_i} k_i b_i = k_{i-2} m_2 - k_{i-1}(m_{i-1} + b_{i-1}). \end{cases}$$

» Les équations (3) deviennent alors

$$(5)\quad \begin{cases} M_1 \frac{d^2}{dt^2}(y_1 + \ldots + y_i) = -k_1 y_1, \\ M_2 \frac{d^2}{dt^2}(y_2 + \ldots + y_i) = k_1 y_1 - k_2 y_2, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ M_{i-1} \frac{d^2}{dt^2}(y_{i-1} + y_i) = k_{i-2} y_{i-2} - k_{i-1} y_{i-1}, \\ M_i \frac{d^2}{dt^2} y_i = k_{i-1} y_{i-1}. \end{cases}$$

» On satisfera à ces équations en posant

$$(6)\quad \begin{cases} y_1 = \alpha_1 A \cos n(t + \varepsilon), \\ y_2 = \alpha_2 A \cos n(t + \varepsilon), \\ \ldots\ldots\ldots\ldots, \\ y_{i-1} = \alpha_{i-1} A \cos n(t + \varepsilon), \\ y_i = A \cos n(t + \varepsilon), \end{cases}$$

$\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_{i-1}$, A, n, ε étant des constantes, et, en substituant, on trouve

$$(7)\quad \begin{cases} -M_1 n^2(\alpha_1 + \alpha_2 + \ldots + \alpha_{i-1} + 1) = -k_1 \alpha_1, \\ -M_2 n^2(\alpha_2 + \alpha_3 + \ldots + \alpha_{i-1} + 1) = -k_2 \alpha_2, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ -M_{i-1} n^2(\alpha_{i-1} + 1) = k_{i-2}\alpha_{i-2} - k_{i-1}\alpha_{i-1}, \\ -M_i n^2 = k_{i-1}\alpha_{i-1}. \end{cases}$$

En éliminant entre ces équations les $i-1$ coefficients $\alpha_1, \ldots, \alpha_{i-1}$, on obtiendra une équation du $i^{ième}$ degré en n^2, et qui admet nécessairement la racine $n^2 = 0$, comme on le reconnaît à l'inspection des équations (7), qui sont vérifiées par $n = 0$, $\alpha_1 = 0, \ldots, \alpha_{i-1} = 0$.

» A chaque racine positive de cette équation correspondront un système d'intégrales de la forme (6) et des valeurs déterminées pour $\alpha_1, \ldots, \alpha_{i-1}$, et à une racine négative ou imaginaire la somme de deux exponentielles multipliées respectivement par des constantes.

» Comme, dans tous les cas, l'équation finale en n^2 est du degré $i-1$, nous n'obtiendrons que $i-1$ intégrales particulières renfermant chacune deux arbitraires, soit en tout $2(i-1)$ arbitraires, de sorte qu'en faisant leurs sommes pour $y_1, y_2, \ldots, y_i$, nous n'obtiendrons pas les intégrales générales des équations (5).

» Mais si l'on observe que ces équations sont vérifiées par $y_1 = 0$, $y_2 = 0, \ldots, y_{i-1} = 0$, $y_i = \mathrm{B} + \mathrm{B}'t$, B et B' étant deux nouvelles arbitraires, les intégrales cherchées seront

$$\begin{aligned} y_1 &= \Sigma\alpha_1 \mathrm{A} \cos n(t+\varepsilon), \\ y_2 &= \Sigma\alpha_2 \mathrm{A} \cos n(t+\varepsilon), \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ y_1 &= \Sigma\alpha_{i-1} \mathrm{A} \cos n(t+\varepsilon), \\ y_i &= \Sigma\mathrm{A} \cos n(t+\varepsilon) + \mathrm{B} + \mathrm{B}'t, \end{aligned}$$

d'où

$$\begin{aligned} x_1 = a_1 + a_2 + \ldots + a_{i-1} + m_1 + \ldots + m_{i-1} - \frac{k_i b_i}{2\mathrm{M}_i} t^2 \\ + \Sigma\mathrm{A}(\alpha_1 + \alpha_2 + \ldots + \alpha_{i-1} + 1) \cos n(t+\varepsilon) + \mathrm{B} + \mathrm{B}'t, \\ x_2 = a_2 + a_3 \ldots . \end{aligned}$$

» On peut supposer $\mathrm{B} = 0$ en choisissant en conséquence l'origine des x, qui est restée indéterminée jusqu'ici; on peut faire aussi abstraction du terme $\mathrm{B}'t$, qui correspond à un mouvement de translation de tout le système; de sorte que l'on a, en définitive,

$$\begin{aligned} x_1 = a_1 + \ldots + a_{i-1} + m_1 + \ldots + m_{i-1} - \frac{k_2 b_2}{2\mathrm{M}_i} t^2 \\ + \Sigma\mathrm{A}(\alpha_1 + \ldots + \alpha_{i-1} + 1) \mathrm{A} \cos n(t+\varepsilon), \\ x_2 = a_2 + \ldots . \end{aligned}$$

» Dorénavant nous ferons abstraction des résistances, et nous poserons

en conséquence

$$(8)\quad \begin{cases} x_1 = a_1 + \ldots + a_{i-1} + \Sigma \mathrm{A}(\alpha_1 + \ldots + \alpha_{i-1} + 1)\cos n(t + \varepsilon), \\ x_2 = a_2 + \ldots, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \end{cases}$$

d'où

$$(9)\quad \begin{cases} \dfrac{dx_1}{dt} = -\Sigma \mathrm{A} n(\alpha_1 + \alpha_2 + \ldots + \alpha_{i-1} + 1)\sin n(t + \varepsilon), \\ \dfrac{dx_2}{dt} = -\Sigma \mathrm{A} n(\alpha_2 + \alpha_3 + \ldots + \alpha_{i-1} + 1)\sin n(t + \varepsilon), \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \end{cases}$$

» Les constantes A, ε se détermineront par les conditions que $i - 1$ des coordonnées x_1, x_2,... et leurs dérivées par rapport au temps aient des valeurs données à une époque déterminée.

» Considérons en particulier une des oscillations; nous pourrons supposer que $n\varepsilon$ est un multiple impair de $\frac{\pi}{2}$, en choisissant en conséquence l'origine du temps, et nous aurons, en appelant U_i la vitesse initiale du $i^{ième}$ véhicule,

$$(10)\quad \begin{cases} \dfrac{dx_1}{dt} = \mathrm{U}_i(\alpha_1 + \ldots + \alpha_{i-1} + 1)\cos nt, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ \dfrac{dx_{i-1}}{dt} = \mathrm{U}_i(\alpha_{i-1} + 1)\cos nt, \\ \dfrac{dx_i}{dt} = \mathrm{U}_1 \cos nt. \end{cases}$$

» Admettons que le mouvement ondulatoire soit produit par un choc sur le $i^{ième}$ véhicule; les $i - 1^{ième}$, $i - 2^{ième}$,... véhicules posséderont la vitesse U_i au bout des temps donnés respectivement par

$$\cos nt_{i-1} = \frac{1}{\alpha_{i-1} + 1},$$

$$\cos nt_{i-2} = \frac{1}{\alpha_{i-2} + \alpha_{i-1} + 1},$$

$$\cos nt_{i-3} = \frac{1}{\alpha_{i-3} + \alpha_{i-2} + \alpha_{i-1} + 1},$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

et qui sont ceux au bout desquels le mouvement aura été communiqué à ces véhicules. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les eaux acides qui prennent naissance dans les volcans des Cordillères* (suite); par M. **Boussingault**. (Extrait.)

« Des observations que j'ai présentées dans la dernière séance, et que j'ai abrégées pour ne pas fatiguer l'attention de l'Académie, il résulte que de l'acide sulfurique, de l'acide chlorhydrique libres existent dans les thermes, dans l'eau des torrents, des lagunes, aux alentours des volcans de Puracé, de Pasto, de Tuqueres, de Ruiz. L'acide sulfurique produit en aussi fortes quantités ne saurait être attribué à la combustion lente de l'acide sulfhydrique accomplie dans les fumerolles; l'acide n'est ainsi formé qu'en faibles proportions et presque immédiatement combiné aux bases entrant dans la constitution des roches pour constituer des sulfates, notamment du sulfate d'alumine, de l'aluminite, tandis que les acides libres, qui acidifient des masses d'eau considérables, sont engendrés dans les foyers volcaniques, par suite de réactions que je chercherai bientôt à expliquer. Le fait de leur apparition n'est pas limité aux terrains trachytiques des Cordillères intertropicales. Dans les républiques de Guatemala, de San Salvador, les volcans de Chinameca, de San Vicente, de Santa Anna émettent des boues chaudes et fluides riches en acide sulfurique. J'ajouterai que Vauquelin a trouvé le même acide mêlé à l'acide chlorhydrique dans l'eau que Leschenaut avait puisée au sommet de l'Idgeng, l'un des volcans de Java, à l'altitude de 1950 mètres.

« La profondeur du cratère est de plus de 100 mètres, et l'on voit, dit Leschenaut, vers le haut du gouffre, quatre bouches fumantes d'où sortent des flots de vapeurs acides qui se condensent et tombent dans le lac, dont les eaux deviennent tellement acides qu'elles attaquent tout ce qu'elles touchent; elles altèrent les laves en produisant des sulfates de chaux, de potasse, de fer, et de l'alun. A l'époque des pluies, le cratère-lac déborde dans la rivière Blanche, dont les eaux cessent alors d'être potables à cause de leur acidité. »

» Ainsi, dans l'Inde, comme dans l'Amérique méridionale, des sources chaudes sortant des volcans acidifient des torrents, des lacs : le Puracé, le Rio Pasambio; le Pasto, les chutes de Genoe; au mont Idgeng, des eaux accumulées au fond d'un cratère, puis une rivière importante. Enfin, le cratère-lac du volcan de Tuqueres rappelle le cratère-lac du volcan de Java; les eaux acides, en agissant sur le trachyte, lui communiquent les teintes les plus variées, en le couvrant d'efflorescences salines.

» Je discute, dans mon Mémoire, la constitution des sources chaudes à réaction alcaline, que l'on voit aussi surgir des terrains volcaniques. Je me bornerai ici à faire connaître l'eau thermale de Cobalò, à la base du vol-

can de Puracé. Elle jaillit au sommet d'un cône formé de fragments de trachyte agglomérés par une concrétion calcaire, une dolomie dans laquelle le carbonate de magnésie est remplacé par du carbonate de manganèse.

» La disposition en cône porte à croire que la roche a été brisée, soulevée lors de l'éruption de la source thermale. Le dégagement de gaz acide carbonique mêlé à de l'acide sulfurique est si abondant, si soutenu que l'on croirait l'eau en pleine ébullition. La température était de 72°,8.

» Vingt-quatre ans après, mon ami le colonel Codazzi a trouvé 78°,8. Il y aurait eu, par conséquent, dans cet intervalle, une augmentation de 6 degrés. Il n'est pas établi jusqu'à présent que la température d'une source chaude soit invariable; il y a même lieu de croire le contraire, d'après les observations faites dans la chaîne du littoral de Venezuela.

» Une source thermale peut, je crois, être rangée parmi les phénomènes volcaniques, et quand elle sort du trachyte, au pied d'un volcan actif, tel que le Puracé, l'assimilation est parfaitement justifiée. Les gaz dégagés de l'eau thermale sont d'ailleurs identiques avec les gaz émis par les fumerolles, et si les substances salines ne se rencontrent pas dans les exhalaisons des solfatares, c'est à cause de leur fixité; mais, en raison de leur solubilité, l'eau les dissout et les entraîne. Quant à la chaleur des thermes, comme les foyers volcaniques, elle doit avoir des périodes variables d'intensité. Il est digne de remarque que l'augmentation de la température de la source de Cobalò coïncide avec un grand développement d'activité survenu dans le volcan de Puracé.

» Dans 1 litre d'eau chaude de la source de Cobalò j'ai dosé :

Sulfate de soude	3^{gr},89	7^{gr},43
Chlorure de sodium	2,75	
Bicarbonate de soude	0,69	
Carbonate de chaux	0,10	
Carbonate de magnésie		indices.
Carbonate de manganèse		
Silice		
Gaz acide carbonique		quantités indéterminées.
Gaz acide sulfhydrique		
Gaz azote		

» Les eaux thermales ont toutes ce caractère d'émettre du gaz acide carbonique mélangé d'acide sulfhydrique, précisément les gaz des fumerolles; souvent leurs eaux ne renferment pas de substances salines, bien

différentes en cela des sources que je vais décrire avec détail, parce que les sels qui s'y trouvent, provenant non-seulement du terrain trachytique, mais des roches les plus diverses, jetteront probablement quelque jour sur les phénomènes qui se réalisent dans les foyers volcaniques, en laissant entrevoir l'origine des acides libres et des sels alcalins signalés dans certaines eaux thermales.

» *Salines iodifères des Andes.* — Ayant été chargé d'établir, dans le district de la Vega de Supia, l'amalgamation de *patio*, pour le traitement des minerais argentifères, j'eus d'abord à me préoccuper des ressources que la contrée présentait sous le rapport de la production du sel, agent indispensable dans ce genre d'opérations.

» Les distances et surtout les difficultés du transport, dues au mauvais état des routes, ne permettaient pas de tirer le sel des riches gisements connus dans les Cordillères, et moins encore des marais salants de l'océan Pacifique. Je fus ainsi conduit à faire un examen attentif des nombreuses salines exploitées dans les provinces d'Antioquia et du Cauca. Je constatai alors ce fait, bien inattendu, en contradiction avec les idées reçues en Géologie, que le sel employé dans le pays aux usages domestiques provenait de sources salées sortant de roches cristallines : du granite, du gneiss, du micaschiste, de la syénite, du grunstein porphyrique, et même, je l'ai reconnu plus tard, du trachyte, de la dolérite, et non pas d'argiles salifères ou de sel gemme reposant sur des couches dépendant du terrain crétacé, ainsi qu'il arrive à Williczka en Europe, et, en Amérique, pour les masses de sel réparties dans la Cordillère orientale des Andes, dont la plus importante, celle de Zipaquira, est en relation avec le calcaire néocomien.

» Ces singulières salines d'Antioquia et du Cauca sont utiles, non-seulement par les produits qu'elles livrent à la consommation, mais aussi par la propriété anti-goîtreuse du sel, propriété d'autant plus précieuse que, dans toute la chaîne des Andes, l'homme est généralement atteint du goître, dont la conséquence immédiate est, quoi qu'on ait dit, le crétinisme. Or, dans les localités où l'on fait usage du sel provenant des salines des roches cristallines, le goître est inconnu. Cet effet salutaire est dû à l'iode dont, depuis longtemps, j'ai constaté la présence dans le sel d'Antioquia.

» Les puits fournissant de l'eau salée iodifère sont nombreux. On en exploite plusieurs dans les environs de Medellin; un des plus importants par sa production est celui de Guaca, ouvert dans un conglomérat supporté par la syénite. A peu de distance de Guaca, l'eau de la saline de Matasano sort d'un porphyre à pâte siliceuse parsemée de cristaux de feldspath et

d'amphibole; plus haut un puits, dit *de la Saline*, est dans un schiste amphibolique encastré dans la syénite. La saline de *Rio Grande*, sur le chemin de Medellin à Santa-Rosa-de-Osos, se trouve dans une belle variété de syénite, à l'altitude de 2620 mètres.

» A Ambi, dans l'état de l'Équateur, l'eau salée sort d'un trachyte semi-vitreux, recouvert par l'alluvion de Mira.

» Je donne, dans un tableau, la composition des eaux salées; elles contiennent :

» Du chlorure de sodium;

» Du sulfate et du bicarbonate de soude;

» Du chlorure de calcium et de magnésium;

» Toutes renferment de l'iode.

» Dans les eaux de ces salines je me suis borné à doser les sels qui s'y trouvent en notables proportions : aussi, à l'exception de l'iode dont la moindre trace est révélée par une réaction nette et facile, les substances existant en très-faibles quantités avaient dû échapper à l'analyse; pour les déceler, il eût fallu concentrer un volume d'eau considérable, opération impraticable pour un voyageur. Fort heureusement que, dans les salines d'Antioquia, on recueille avec soin une eau mère, connue à cause de sa consistance, sous le nom d'*aceyte de sal* (huile de sel), spécifique excellent pour la guérison du goître. Dans cette eau mère venant d'une saline des environs de Medellin, et que l'on m'a envoyée récemment, je suis parvenu à doser le brome, l'iode, la potasse, l'ammoniaque, et à reconnaître par l'analyse spectrale l'existence de la lithine. Ces substances entrent, par conséquent, dans l'eau des salines iodifères des Andes.

» De 100 grammes on a retiré :

Chlore	13,6124 gr		
Brome	0,3092		
Iode	0,0090		
Acide sulfurique	3,5480		
Soude	10,5860	= sodium	7,8544 gr
Potasse	4,0735	= potassium	3,3816
Chaux	0,1220		
Magnésie	1,1930	= magnésium	0,7160
Ammoniaque	0,0250		
Lithine	indice.		
	33,4781		

» En traitant l'eau mère par l'acide sulfurique, on en retire du brome.

» Les salines que j'ai décrites sont réparties sur une grande étendue; je les ai suivies depuis le septième degré de latitude nord jusqu'au quatrième degré de latitude australe. Toutefois, il y a ce fait curieux à signaler, c'est que dans la Cordillère centrale, dans les Andes avant leur ramification, le gneiss, le granite, le micaschiste, la syénite, les porphyres sont rapprochés du trachyte et fréquemment en relation avec les terrains ignés. Au contraire, on ne connaît pas de sources salées analogues dans la chaîne littorale de Venezuela, dans la Cordillère orientale, où ces mêmes roches sont très-développées, puisqu'on les suit depuis le niveau de la mer jusqu'aux cimes neigeuses de la sierra de Merida, mais où le trachyte manque complétement.

» Ainsi les roches cristallines, telles que le gneiss, le granite, etc., renferment, dans une situation bien définie, des sels alcalins qui se rencontrent également, soit dans les foyers des volcans, soit dans les roches voisines de ces foyers, comme le prouve la constitution des eaux thermales, et il y a ceci de remarquable, que les thermes persistent alors même que l'activité volcanique a disparu, de sorte que l'on est conduit à se demander si leur chaleur est due au feu des volcans ou à la température interne de la terre. Du reste, je ne crois pas possible d'établir une distinction bien nette entre ces deux sources de chaleur, distinction qui n'est pas nécessaire pour la discussion dans laquelle je vais entrer, afin d'établir, en me fondant sur la composition et sur le débit des thermes, combien doivent être considérables les quantités de chlorures et sulfates alcalins, ou si l'on veut de chlore et de soufre, accumulées dans les roches.

» Je me limiterai à la source chaude de Cobalò, près le Puracé; elle débite au moins 100 mètres cubes en vingt-quatre heures. D'après sa composition, chaque jour elle entraînerait 728 kilogrammes de sel de soude.

» En discutant, au même point de vue, les résultats des analyses de plusieurs sources alcalines, on trouve que les thermes apportent de l'intérieur de la terre des quantités considérables de sels de soude, et si l'on réfléchit que cet apport est continu, qu'il dure depuis des siècles, on en conclura que les roches au milieu desquelles naissent les sources chaudes sont bien riches en sels alcalins préexistants ou formés par une action exercée sur les espèces minérales qui les constituent. Que les thermes enlèvent à ces roches des sels préexistants ou constitués par une réaction, toujours est-il que l'eau en est le véhicule, et comme elle intervient non-seulement dans les sources thermales qu'elle alimente, mais encore

dans les phénomènes volcaniques, il convient d'en préciser l'origine.

» L'extraordinaire et incessante abondance des sources chaudes, les énormes masses de boues liquides rejetées par les volcans font admettre sans discussion que, dans ces circonstances, l'eau vient de la surface de la terre. C'est de l'eau provenant de la condensation de la vapeur contenue dans l'atmosphère, en un mot, de l'eau météorique. En admettant son intervention dans des actions accomplies dans l'intérieur du sol, à de grandes profondeurs, il reste à montrer où sont les réservoirs capables d'alimenter les thermes et les volcans. Ces immenses gisements d'eau, qui ont tant à fournir, se trouvent dans les montagnes, sur les hauts plateaux, dans les glaciers, dans les neiges éternelles accumulées sur les sommets les plus élevés, et qui, pour le dire en passant, ne sont éternelles que parce qu'elles sont sans cesse renouvelées. Ce sont aussi là les sources permanentes des ruisseaux, des torrents, des rivières, des fleuves.

» Dans les Andes intertropicales, où les phénomènes météorologiques sont si réguliers, si constants, on étudie aisément, à de grandes altitudes, ces amas d'eau liquide ou concrète, suspendus au-dessus des vallées et des plaines. En escaladant une chaîne des Cordillères, on atteint généralement l'arête de partage à la hauteur de 3000 à 4000 mètres. C'est la région des nuages : la température moyenne varie de 7 à 4 degrés; il y pleut, il y neige, il y grêle presque tous les jours.

» En décrivant mon ascension au volcan du Puracé, j'ai dit qu'aux *Pajonales*, à l'altitude de 3550 mètres, il tomba de la neige mêlée de grêlons, et que, au-dessus de l'Azufral, deux fois le vent m'avait renversé.

» Si j'ai mentionné ces incidents, c'est que, s'étant reproduits pour d'autres explorateurs du Puracé, il est permis d'en inférer que, à cette station, l'état météorologique que j'ai signalé est assez fréquent. En effet, en 1800, Humboldt, en traversant le *Pajonal*, reçut une forte pluie mêlée de grêlons de 16 à 18 millimètres de diamètre; arrivé au Nevado, le vent le jeta violemment sur la neige. Cinquante-cinq ans après, le colonel Codazzi, à la même place, fut assailli par une bourrasque de grêle, et, à la limite inférieure du Nevado, il fut terrassé par le vent, comme nous l'avions été, Humboldt et moi; ses guides indiens étaient si effrayés par la crainte d'être poussés dans une crevasse de l'Azufral, qu'ils n'osaient plus se relever. Codazzi trouva qu'un morceau d'étoffe entraîné par le vent parcourait un espace de 20 mètres en une seconde, ce qui donnerait une vitesse de 70 kilomètres à l'heure.

» Des observations faites à ma recommandation, pendant une année, par M. Aguirre, dans la métairie d'Antisana, à l'altitude de 4200 mètres,

établissent d'ailleurs la fréquence de la pluie, de la neige, de la grêle dans ces régions élevées.

» Le faîte d'une montagne dans les Andes a le plus ordinairement une largeur de 2 à 3 milles. Au-dessus de 4800 mètres apparaissent les *nevados*. Dans la Cordillère centrale, entre le Tolima et le Ruiz, aux époques où des neiges sporadiques relient ces volcans, la zone couverte de glace a, d'après mes mesures, une surface de 6 à 7 lieues carrées, et si l'on considère que la différence entre la limite supérieure et la limite inférieure d'un nevado est quelquefois de 1100 mètres, on se formera une idée de l'énorme volume de neiges accumulées sur les sommets.

» La neige d'un nevado fond constamment : en haut par la chaleur solaire, durant les jours sereins; en bas, par son contact avec la roche qui la supporte; et si son niveau supérieur ne varie pas, en apparence du moins, c'est que, pendant des semaines, pendant des mois, le nevado, comme enseveli dans les nuages, devenu invisible, reçoit d'abondantes névées. La preuve, c'est qu'après cette occultation, dès que l'atmosphère recouvre sa transparence, on constate que la neige descend bien au-dessous de sa limite inférieure moyenne.

» Dans les Andes, les bouches des volcans situés à de grandes hauteurs sont près et quelquefois au milieu même des neiges perpétuelles. Il en est ainsi du Tolima, du Ruiz, du Puracé, du Cumbal, où des vapeurs de soufre brûlent dans une enceinte de glace. Je puis ajouter que le cratère du Cotopaxi, où je suis parvenu à l'altitude de 5716 mètres, est dominé par un cône de neige; enfin l'Antisana est entouré de monceaux de glace, sur lesquels mon baromètre indiqua une hauteur de 5600 mètres.

» Les volcans dont l'altitude n'atteint pas celle des Nevados, comme le Pasto, le Tuqueres, le Pichincha, sont environnés de plateaux marécageux, de *pantanos*. En somme, l'eau est partout dans la proximité des volcans des Andes, et il est hors de doute qu'elle intervient dans les phénomènes volcaniques; c'est du reste ce qu'admettent la plupart des géologues, en faisant concourir l'eau de la mer aux éruptions du Vésuve, de l'Etna, du Stromboli, etc.

» L'eau en s'infiltrant avec lenteur fournit de la vapeur aux fumerolles, aux solfatares. A ces manifestations peu intenses, à cet état de repos succèdent subitement les éruptions les plus violentes, les plus désastreuses. C'est quand, par un ébranlement du sol, l'eau, la neige qui entourent ou recouvrent le volcan, pénètrent par de larges fissures dans le foyer souterrain : aussi observe-t-on que les tremblements de terre sont souvent les précurseurs de grandes éruptions. Alors les neiges disparaissent, d'énormes

avalanches, des torrents de boué (*moya*) roulent sur la pente de la montagne, pendant que du cratère sont lancés des blocs de trachyte incandescents. Durant ces paroxysmes, les montagnes sont si fortement ébranlées qu'il arrive que leurs sommets les plus saillants, et par cela même les moins étayés, se détachent, descendent dans les vallées, où leurs débris forment les *rumipambas*, ces champs de pierres que l'on prendrait pour des moraines d'anciens glaciers, si l'on n'avait pas assisté à la catastrophe qui les a amenés. C'est ainsi que s'écroula le Capac-Urcu dont l'altitude dépassait autrefois celle du Chimborazo.

» Les académiciens français envoyés au Pérou pour mesurer les trois premiers degrés du méridien furent témoins d'une de ces formidables commotions. C'était le 15 juin 1742; campés près d'un signal placé sur le Pichincha, ils virent, le matin, un tourbillon de fumée s'élever du Cotopaxi; une partie des neiges entassées depuis des siècles entrèrent en fusion, inondèrent le pays. En 1743 et 1744, de nouvelles éruptions furent plus terribles encore : des cataractes de feu sortirent des flancs du volcan; une masse d'eau en ébullition couvrit, en quelques minutes, plusieurs lieues carrées, en roulant pêle-mêle avec elle des blocs de glace et de rochers.

» Les fortes éruptions du Puracé occasionnent aussi la fusion des neiges; c'est ce que l'on vit en 1869 : leur niveau supérieur baissa de 300 mètres; sur certains points, la roche fut mise à nu.

» C'est par l'eau sortant d'immenses glaciers et rencontrant dans son parcours de profondes crevasses où elle est échauffée, réduite en vapeur, que M. Bunsen explique les thermes, les *suffioni*, les geysers de l'Islande. L'eau intervient aussi dans les volcans de Java, dont les produits rappellent ceux des volcans des Andes équatoriales : boues liquides, pierres incandescentes, cendres sèches et, ce qui est surtout très-caractéristique, absence de laves. L'eau est émise en si prodigieuse quantité par les cratères, par les sources thermales, qu'il est réellement impossible de supposer qu'elle ne vienne pas de l'extérieur : des mers, lorsque les volcans sont près d'un littoral, à une faible altitude; de l'atmosphère, c'est-à-dire des pluies, des neiges, des lacs quand les bouches ignivomes sont ouvertes à des hauteurs de 3000 à 6000 mètres, ainsi qu'il arrive dans les Cordillères. C'est, au reste, l'opinion qu'adopta Gay-Lussac lorsqu'il se trouva en présence du Vésuve, avec Humboldt, de Buch et le futur libérateur de l'Amérique du Sud, Bolivar (1). »

(1) La fin de cette Communication sera donnée dans le prochain numéro des *Comptes rendus*.

PHYSIQUE. — *Détermination des densités de vapeur;* par M. H. **Sainte-Claire Deville.**

« M. Croullebois a publié, dans le *Compte rendu* de la dernière séance de l'Académie (1), une « méthode nouvelle qu'il a instituée » pour la détermination des densités de vapeur et à laquelle il attribue « un caractère de nouveauté », par rapport à la mémorable méthode de Gay-Lussac.

» Quand on connaît bien les détails de cette méthode et les modifications peu importantes que divers savants y ont introduites, on s'étonne que M. Croullebois ait pu attribuer au procédé qu'il décrit une supériorité quelconque sur celui de Gay-Lussac.

» Son « appareil consiste en un ballon de $1\frac{1}{2}$ litre de capacité, prolongé » par un tube de $1^{m},20$ de longueur, de $0^{m},02$ de diamètre ». Cet appareil doit être rempli de 25 kilogrammes de mercure et renversé sur une cuvette profonde.

» M. Croullebois aurait dû donner les détails de cette opération mécanique qui présente de sérieuses difficultés. Le tube cylindrique de Gay-Lussac, en lui donnant la hauteur et le diamètre convenables, et en y faisant le vide avec la pompe de Sprengel, est bien préférable à cet appareil compliqué. Il permet d'ailleurs de faire varier notablement le volume occupé par la vapeur en élevant ou abaissant ce tube cylindrique dans le mercure de la cuve, avantage qui n'existe, dans le nouvel appareil, que d'une manière fort restreinte, à cause du volume ($1\frac{1}{2}$ litre) du ballon et du faible diamètre ($0^{m},02$) du tube qui lui est soudé. L'appareil de Gay-Lussac présente d'ailleurs un autre avantage qu'on ne saurait trop recommander dans des expériences de ce genre, où l'oubli du principe de Watt sur la paroi froide peut donner lieu à des erreurs très-importantes : toutes les parties du tube doivent être maintenues à la même température, au moyen de l'eau constamment agitée (2). Enfin ce que n'a pas compris M. Croullebois et que Gay-Lussac a si heureusement imaginé, c'est qu'il faut introduire dans le tube manométrique une ampoule mince et effilée, pesée vide et ensuite pleine de liquide en quantité suffisante pour que quelques degrés d'augmentation dans sa température suffisent pour la

(1) *Comptes rendus*, p. 496 de ce volume.

(2) M. Croullebois ne paraît pas avoir entouré son grand ballon d'eau, car il dit seulement : « *Il y a lieu* de plonger la partie supérieure de l'appareil dans un récipient plein d'eau et fermé par une glace transparente. »

briser, par le seul fait de la dilatation du liquide, mais seulement lorsqu'elle est arrivée au-dessus du mercure. Si au contraire, comme le fait M. Croullebois, « on fait passer dans le ballon une ampoule contenant une quantité convenable du liquide à vaporiser après avoir brisé la pointe contre la paroi du tube », on s'expose à des erreurs considérables qui ne peuvent être évitées, quelque volatil que soit le liquide : celui-ci, au point où la cassure s'est effectuée, mouille la paroi du tube sur une surface plus ou moins étendue et dans des points où la pression due à la colonne mercurielle est considérable. Ce liquide ne se volatilise pas ou ne se volatilise pas complétement; de plus, quand, dans cet énorme appareil, il faut aller chercher les fragments de l'ampoule sans en perdre une parcelle, pour en déduire le poids du liquide employé, comme le fait M. Croullebois, on comprend toute la supériorité du procédé de Gay-Lussac et toutes les raisons qui lui ont fait adopter un appareil si simple et si facilement modifiable avec la nature des substances en expérience.

» Comme on éprouve des difficultés sérieuses à mesurer exactement de grands volumes de gaz ou de vapeurs à une température connue, tandis que des poids relativement très-faibles peuvent être déterminés avec une extrême précision, il importe de mesurer, dans des vases aussi petits que possible, le volume occupé par une vapeur et provenant de la plus petite quantité possible de liquide pesé avec la plus grande exactitude.

» Enfin je me permettrai de faire à M. Croullebois un reproche très-grave. Comment, au lieu d'imprimer tout au long une formule que tout le monde connaît et qui est d'ailleurs insuffisante, ne met-il pas dans sa Communication les nombres que son expérience lui a donnés, les volumes et les poids qu'il a mesurés, enfin les températures auxquelles il a opéré, ce qui n'aurait pas tenu plus de place que cette formule : il ôte ainsi à sa publication tout caractère d'utilité, car la conclusion qu'il tire de son expérience pouvait être prévue, comme l'a dit M. Wurtz (je me contente de dire qu'elle était probable); mais nous ne pouvons l'admettre encore à cause de l'oubli qu'a fait M. Croullebois d'un principe qu'a depuis longtemps découvert M. Cahours, que M. Troost et moi nous avons appliqué dans de nombreuses circonstances fort importantes, et que j'ai enseigné maintes fois à M. Croullebois lui-même.

» En effet, une seule détermination de densité de vapeur ne peut servir à établir « un poids moléculaire »; il faut plusieurs déterminations à des températures suffisamment distantes pour que l'on puisse en déduire le

coefficient de dilatation de la vapeur, et démontrer qu'il est égal ou à peu près égal à celui de l'air, et par suite constant.

» On ne peut donc rien conclure de la publication de M. Croullebois, si ce n'est qu'il aurait dû mieux appliquer les excellents principes de Gay-Lussac. En employant l'appareil de ce grand physicien, il aurait pu, après avoir opéré à la température ordinaire, chauffer progressivement la vapeur de l'hydrogène phosphoré liquide de M. Thenard et constater pour chaque température le volume qu'occupe cette vapeur, et cela par des mesures faciles à multiplier. Il se serait arrêté seulement au moment où, la température croissant, cette vapeur aurait donné des signes de décomposition, soit par la coloration en jaune des parois du tube, soit par une irrégularité dans la marche du phénomène. C'est pourquoi je préfère de beaucoup la méthode de Gay-Lussac à celle que publie aujourd'hui M. Croullebois et que je crois à peine réalisable, si la description qu'il en donne est conforme à ses expériences. »

Après quelques observations présentées, à propos de cette même question, par MM. *Chevreul*, *Jamin*, *P. Thenard*, *Wurtz*, l'Académie décide que la Communication de M. Croullebois sera soumise à l'examen d'une Commission composée de MM. H. Sainte-Claire Deville, Wurtz, P. Thenard, Jamin.

HISTOIRE DE LA SCIENCE. — *Sur un procédé imaginé par M.* Dulong *pour prendre la densité des vapeurs;* par M. **Dumas.**

« A l'époque où je m'occupais de déterminer la densité des vapeurs des corps qui attaquent le mercure, comme l'iode, et de ceux dont le point d'ébullition est plus élevé que celui de ce métal, comme le soufre, j'ai eu souvent à m'entretenir de ce sujet avec M. Dulong. Il pensait qu'un procédé, dont il avait déterminé les principales conditions, atteindrait le but que je poursuivais. Après avoir assisté à quelques-unes de mes expériences et s'être assuré de l'exactitude de la méthode dont je me servais, l'illustre physicien me fit connaître les conditions de celle à laquelle il avait songé lui-même.

» Il se servait d'un ballon de capacité connue, plongé dans un bain à température connue. Ce ballon renfermait une très-petite quantité de la substance objet de l'expérience, dont le poids était connu. Il communiquait au moyen d'un tube capillaire très-étroit avec un tube barométrique plongeant dans le mercure.

» On avait ainsi le poids de la vapeur, son volume, la température et la pression.

» La pression étant très-faible, la vapeur était dans les conditions les plus rapprochées de l'état de gaz parfait.

» M. Dulong, à qui je soumettais l'objection qui se présente naturellement à l'esprit, c'est-à-dire, la condensation probable de la vapeur dans le tube capillaire, m'assura qu'elle n'avait pas lieu. Il est probable que cette condition se réalise, l'expérience étant effectuée rapidement, et rien ne s'oppose à ce qu'il en soit ainsi, puisqu'on peut s'arranger de manière à n'avoir qu'une lecture à faire, celle qui concerne la pression.

» Tout en faisant remarquer que M. Dulong, dont tout le monde connaissait la scrupuleuse réserve, n'a jamais rien publié à ce sujet, je croirais manquer à sa mémoire si je n'indiquais pas en ce moment, une méthode qu'il m'avait signalée plusieurs fois, comme digne de la confiance des physiciens. »

THERMODYNAMIQUE. — *Observations à propos de la dernière Communication de* M. Clausius *sur l'équation* $\int \frac{dQ}{T} = 0$; par M. **A. Ledieu** (1).

« Nos communications à l'Académie sur « *une nouvelle théorie mécanique de la chaleur déduite uniquement des principes connus de la Dynamique* » ont commencé dans les *Comptes rendus* du 14 juillet 1873.

» Notre préambule débutait ainsi :

« Les idées se portent aujourd'hui vers des recherches partant d'un *certain mouvement supposé* pour les ébranlements des atomes pesants ou éthérés, qui produisent les phénomènes calorifiques.

» Les travaux sur cette matière ne sont encore qu'en très-petit nombre, et ils ne concernent que les gaz. Toutefois M. Clausius a récemment (t. CXLII des *Annales de Poggendorff*) attaqué la question d'une manière plus générale, et a essayé de déduire uniquement des théorèmes connus de la Mécanique le principe de Carnot.

» Nous nous proposons aujourd'hui d'aborder le même sujet en l'étendant, et en en formant une sorte de corps de doctrine comprenant des démonstrations directes des principes fondamentaux de la Thermodynamique.

» Après avoir lu l'enchaînement de nos démonstrations, le lecteur pourra apprécier ce qu'il y a d'original dans notre travail, et juger en quoi consistent et d'où proviennent les différences existant entre nos *raisonnements* et ceux de M. Clausius. »

» J'ai donc été, dès ma première Communication, au-devant de la

(1) Voir les *Comptes rendus* du 16 février, p. 461 de ce volume.

réclamation de priorité que mon illustre collègue a présentée dans la dernière séance, au sujet de mon équation (η) des *Comptes rendus* du 26 janvier, qui donne une *expression du travail élémentaire relatif au mouvement de changement de disposition intérieure d'un corps, en fonction de la variation tant de sa force vive moyenne vibratoire que de la durée des vibrations atomiques*.

» M. Clausius, en voulant bien reconnaître que mes *recherches mathématiques* sur ce sujet sont *intéressantes*, me permet de supposer que, dans son esprit, ma voie est un peu différente de la sienne, tout en conduisant au même résultat.

» Si notre théorie peut présenter quelque originalité, c'est surtout dans le mode de raisonnement, et en particulier dans la division, ou même, si l'on préfère, dans la décomposition formelle que nous faisons de toutes les actions moléculaires *extérieures* appliquées aux atomes d'un corps, en forces *mesurables dynamométriquement* et en forces *calorifiques* (1).

» Selon nous, répétons-le encore, les premières de ces forces sont caractérisées par la propriété d'avoir la somme de leurs travaux élémentaires vibratoires constamment nuls, au moins en moyenne, tout en possédant une valeur déterminée pour leurs travaux relatifs aux mouvements d'ensemble et de changement de disposition intérieure; en d'autres termes, elles ne produisent directement que du *travail mécanique* proprement dit.

» Les forces *calorifiques*, au contraire, ont leurs travaux élémentaires relatifs aux mouvements d'ensemble et de changement de disposition intérieure sans cesse moyennement nuls, leurs travaux vibratoires ayant seuls une valeur déterminée; autrement dit, elles ne produisent directement que du *travail vibratoire*.

» Donc, déjà nous sommes en droit de dire que notre équation (η) se distingue de celle de M. Clausius, en ce que nous *précisons* les actions *extérieures* dont elle renferme le travail, au lieu de laisser supposer qu'il s'agit de *toutes* les actions extérieures appliquées au corps. M. Clausius, dans le Mémoire où il démontre l'équation dont il s'agit, regarde toute chaleur transmise à un corps comme une certaine quantité de force vive communiquée au système par un *moyen quelconque*. En *Mécanique rationnelle*, ce *moyen* ne saurait consister qu'en des forces qui, du reste, ne peuvent ici qu'être extérieures. Il faut donc que, si l'on prend en con-

(1) Voir p. 32 des *Comptes rendus* du 5 janvier.

sidération la *force vive* due à ces forces, on en fasse autant de leur *travail*. Or, nous avons cherché en vain, dans le Mémoire en question, quelque donnée ayant trait à ce point important.

» Dans tous les cas, c'est grâce à la distinction capitale des actions moléculaires *extérieures* en deux espèces que nous sommes parvenu à établir *logiquement* l'équation fondamentale (14) des *Comptes rendus* du 2 février dernier, qui fournit une *relation générale entre la quantité de chaleur appliquée à un corps, le changement de température et la variation de durée des vibrations atomiques*.

» Dans sa Communication, M. Clausius ne cite pas cette relation, qui est cependant la plus importante de ma théorie. Je la déduis bien de l'équation (η) précitée, mais en ayant expressément recours à la conception que je viens de rappeler, et qui m'est propre. De ladite équation (14) je tire encore dans les *Comptes rendus* du 2 février, comme cas particulier, l'équation (15), qui représente alors ce que devient la *relation* générale en question dans l'hypothèse *expresse* d'un *cycle réversible*. Mon équation (15) d'où découle tout de suite la relation $\int \frac{dQ}{T} = 0$, qui est en définitive le résultat à atteindre, se trouve aussi cadrer avec l'équation

$$\delta q = T\delta\Sigma 2mc \log(Ti),$$

donnée par M. Clausius à la fin du Mémoire sus-mentionné, et qu'il déduit aussi de l'équation (η) qui nous est commune.

» C'est encore sur la différence entre le mode de procéder de ce savant et le mien pour passer de notre première équation commune (η) à notre deuxième équation en δq, pareillement commune, que j'appelle l'attention du lecteur.

» Nous ne saurions nous permettre de juger les raisonnements employés à cet effet par M. Clausius, dont la haute autorité scientifique commande la plus grande circonspection. Nous nous bornerons à dire que, malgré l'examen le plus attentif et le plus sincère, ces raisonnements n'ont pu nous satisfaire, à cause surtout du fait déjà mentionné plus haut, de l'introduction de la chaleur dans les formules sous forme d'une *force vive* dont le *travail générateur* n'apparaît nulle part.

» Nous ne voyons pas d'ailleurs que ce savant se soit préoccupé du mouvement d'ensemble que prend tout corps travailleur en décrivant un cycle. Il ne fait pas non plus intervenir dans l'équation en δq les *conditions de réversibilité* du cycle, ainsi que nous l'avons fait avec le plus grand soin ; et

cependant le résultat final $\int \frac{dQ}{T} = 0$ ne s'applique qu'à un cycle réversible.

» C'est en recherchant le moyen de parvenir d'une manière logique et *nette* à ce résultat que nous avons été conduit à notre importante division des actions moléculaires extérieures en forces *mesurables dynamométriquement* et en forces *calorifiques*. Cette distinction, jointe à notre étude sur les modifications élémentaires de toute vibration et aux explications détaillées que renferment nos diverses Communications, nous incline à espérer que notre nouvelle théorie s'offrira clairement au lecteur, et que les discussions qu'elle pourra soulever porteront plus particulièrement sur nos hypothèses de départ.

» Que nous soyons dans la réalité ou que nous nous trompions, il est de la plus grande importance pour la science de viser à une extrême clarté dans le développement des formules basées sur ces hypothèses. Guidé par le seul désir d'arriver au vrai, nous accueillerons avec la plus vive reconnaissance toutes les critiques de nature à élucider la question.

» En tout état de cause, je rappellerai que, outre l'établissement de l'équation $\int \frac{dQ}{T} = 0$, lesdites Communications renferment l'interprétation, selon ma manière de voir, d'autres sujets importants de la Thermodynamique, tels que les lois de Dulong et Petit et de Wœstyn, etc. Je compte présenter sous peu à l'Académie, toujours dans le même ordre d'idées, l'étude de nouveaux points de cette science.

» En terminant notre Note, nous ferons remarquer que nos premières Communications, publiées précipitamment dans le cours d'une tournée d'examens, sans que nous ayons pu corriger les épreuves, renferment plusieurs *errata* qu'une lecture attentive peut redresser. Elles contiennent aussi quelques passages dont la rigueur laisse à désirer, mais qui, pour la plupart, ont été rectifiés implicitement dans les Notes postérieures.

» Ce n'est du reste que quand l'ensemble de notre travail aura été réuni et complété en un livre, comme nous nous proposons de le faire prochainement, que notre nouvelle théorie pourra être jugée en entier dans son enchaînement et dans ses résultats. »

« M. **Milne Edwards** donne des nouvelles du voyage de M. l'abbé *A. David* dans l'ouest de la Chine et présente, de la part de ce savant, une Note imprimée contenant la description sommaire de plusieurs oiseaux auxquels il a donné les noms suivants : *Itaginis sinensis*, *Pomatorhinus gra-*

vivox, Carpodacus lepidus, Sutora cyanophrys, Psaltria sophia, Trocalopteron Milnei, Heteromorpha fokiensis, Parus (Machtolophus) rex, Ixulus superciliaris, Aluppe Hueti et *Pomatorhinus Swinhoei.* »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de présenter une liste de candidats pour la place d'Académicien libre, laissée vacante par le décès de M. *A. Passy*.

Cette Commission doit se composer de deux Membres pris dans les Sections de Sciences mathématiques, de deux Membres pris dans les Sections de Sciences physiques, de deux Membres libres et du Président en exercice.

Les Membres qui ont obtenu le plus de voix sont :

Dans les Sections de Sc. mathématiques,	M. Becquerel.	42 suffr.
»	M. Morin	29 »
»	M. Élie de Beaumont. . .	15 »
Dans les Sections de Sciences physiques,	M. Cl. Bernard.	27 »
»	M. Balard.	26 »
»	M. Dumas.	19 »
Parmi les Membres libres,	M. Bussy	36 »
»	M. Roulin.	30 »
»	M. Larrey.	23 »

En conséquence, la Commission se composera de M. Bertrand, président, et de MM. Becquerel, Morin, Cl. Bernard, Balard, Bussy, Roulin.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIOLOGIE. — *Mémoire sur la vessie natatoire, au point de vue de la station et de la locomotion du Poisson;* par M. A. **Moreau.**

(Commissaires : MM. Milne Edwards, de Quatrefages, Cl. Bernard.)

« Je désire communiquer à l'Académie des expériences faites à l'époque où elle daigna encourager mes recherches sur les conditions physiologiques de la formation des gaz dans la vessie natatoire (*Prix de Physiologie expérimentale,* 1863, t. LVII, p. 1050). Aujourd'hui, en ajoutant quelques expé-

riences nouvelles, je considérerai la vessie natatoire au point de vue de la station et de la locomotion du Poisson. Le dernier travail qui ait paru sur ce sujet est, je crois, celui du professeur Harting d'Utrecht (*Archives néerlandaises*, t. VII, 1872), qui a bien posé d'une manière expérimentale le problème, et a construit un appareil ingénieux, le physomètre, pour en donner la solution. Dans ce travail, très-sérieux d'ailleurs, mais inachevé, les diverses théories relatives à la vessie natatoire sont résumées dans un historique, où l'on voit que la théorie généralement admise est celle que Cuvier et Müller partagèrent avec Borelli, son auteur. Les divergences qui existent, à ce sujet, dans la manière de voir de Geoffroy Saint-Hilaire, de Delaroche et des autres savants qui ont parlé de la vessie natatoire, s'expliquent, je crois, par l'insuffisance des faits acquis. Passant sous silence, malgré l'intérêt qui s'attache à des discussions soutenues par des hommes célèbres, la question historique, je poserai dans les termes suivants le problème physiologique dont Borelli donna la première solution en 1676 :

» Le Poisson qui a une vessie natatoire se sert-il de cet organe pour changer de densité suivant ses besoins de locomotion? Quel est le rôle de cet organe au point de vue hydrostatique?

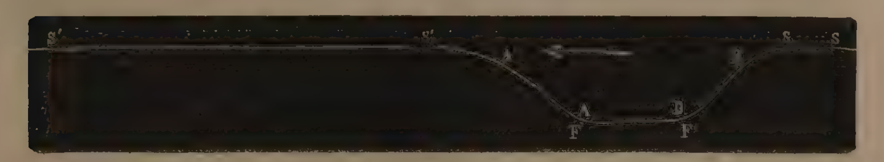
» On remarquera d'abord que les variations que l'on peut avoir à constater dans le volume du Poisson sont de deux sortes : les unes, dues à des pressions extérieures, sont passives; les autres, dues aux efforts du Poisson agissant lui-même sur l'organe, sont actives. A côté de ces dernières variations, je placerai celles qui dépendent des quantités de gaz sécrétées par l'organe lui-même.

» Je parlerai, en premier lieu, des variations passives offertes par la Perche (*Perca fluvialis*), poisson dont la vessie natatoire est tout à fait close, c'est-à-dire dépourvue de canal aérien. Dans une expérience, le Poisson étant captif, j'ai constaté que son volume variait en raison directe de la pression extérieure qu'il supporte. Voici le dispositif : un grand bocal de 40 centimètres de haut sur 26 de large, fermant exactement à l'aide d'un couvercle percé de deux tubulures, est rempli presque complétement d'eau; à l'aide d'une pompe aspirante et foulante, on change à volonté la pression qui s'exerce sur la surface de l'eau; un manomètre sert à noter ces pressions. La Perche est enfermée dans une cage en fil métallique fin et suspendue à un ballon de verre terminé en haut par une pointe; un godet est adapté à l'appareil : on obtient l'affleurement de la pointe du ballon avec la surface de l'eau, en versant une quantité de mercure convenable dans le

godet; ainsi préparé, le système submergé a une densité moyenne égale à celle de l'eau. Si l'on produit alors avec la pompe foulante un très-faible excès de pression dans la chambre à air du bocal, le système descend et s'arrête au fond. Si l'on supprime ensuite cet excès de pression avec la pompe aspirante, l'appareil ne remonte pas avant que le manomètre se soit abaissé d'une hauteur équivalente à la colonne d'eau qui surmonte la pointe du système submergé. Ainsi la densité du Poisson captif varie en raison directe de la pression de l'atmosphère et de la pression de l'eau, et cela pour les plus faibles pressions.

» L'expérience suivante est faite sur des Poissons libres : les variations de volume du Poisson sont appréciées directement par la progression de l'eau environnante, qui s'engage dans un tube fin, seule issue qui lui soit laissée. Le dispositif est le suivant : le même grand bocal est surmonté d'un couvercle, disposé en forme de calotte sphérique pour l'extraction complète de l'air, et muni de trois tubulures. La première laisse passer une tige munie de branches et tournant sur elle-même, pour exciter au besoin le Poisson. La tubulure médiane sert à verser l'eau et se ferme par un robinet. La troisième fait communiquer l'eau du bocal avec un tube fin et gradué, dans lequel l'eau avance ou recule d'une quantité directement mesurable, qui représente, dans les conditions de l'expérience, la variation de volume subie par le Poisson, suivant qu'il s'élève ou s'abaisse.

» Je donne ici le tracé que le Poisson inscrit lui-même, à l'aide d'un appareil enregistreur disposé d'avance à cet effet. Le niveau inférieur correspond au volume du Poisson qui repose sur le fond du bocal. La grandeur des ordonnées correspond à la situation du Poisson à toutes les hauteurs auxquelles il se porte en montant ou en descendant.



» Ainsi, pour préciser mieux, ce tracé correspond, dans l'intervalle de S à S, au Poisson nageant à la partie supérieure du bocal ; de D à D, il correspond à la descente du Poisson ; de F à F, à son séjour au fond du bocal ; de A à A, à l'ascension du Poisson ; enfin, de S' à S', à la station du Poisson revenu à la partie supérieure du bocal et s'y maintenant dans un plan horizontal.

» L'horizontalité du tracé dans les parties formées au moment où le Poisson ne change pas de niveau, montre qu'il conserve le volume qui lui a été imposé par la pression extérieure.

» On voit, par les deux expériences précédentes, que ce n'est pas seulement pour de grandes variations extérieures que le Poisson varie de volume, mais aussi pour les plus faibles.

» L'examen de ce tracé permet, en outre, d'affirmer que la Perche n'a pas agi sur sa vessie natatoire dans les mouvements qu'elle a exécutés, soit en s'élevant, soit en s'abaissant de toute la hauteur verticale du vase qui la contient.

» Je rappellerai cette expérience dans les conclusions, que je désire ne donner qu'après avoir parlé des phénomènes du même ordre étudiés chez les Poissons qui ont un canal aérien, et des expériences dans lesquelles on peut constater des variations dues aux efforts du Poisson lui-même. »

BOTANIQUE. — *Organogénie comparée de l'androcée dans ses rapports avec les affinités naturelles (classe des Œnothérinées).* Note de M. **A. Chatin**.

(Renvoi à la Section de Botanique).

« La classe des Œnothérinées ne compte pas moins de huit familles : les Œnothérées, les Haloragées, les Combrétacées, les Mémécylées, les Mélastomacées, les Lythrariées, les Nyssacées et les Rhizophorées, ces dernières n'étant toutefois rapprochées des six autres qu'avec doute.

» I. L'androcée type des Œnothérées se compose de deux verticilles placés sur des cercles souvent assez peu distincts pour sembler unisériés. Payer, qui évite de se prononcer à cet égard, figure les jeunes étamines oppositipétales de l'*Epilobium spicatum*, espèce par lui observée, d'abord comme plus internes, plus tard comme externes.

» Cette dernière position est la vraie non-seulement pour l'*Epilobium*, mais pour les *Clarkia, Fuchsia, Jussieua, Œnothera* (et sans doute pour toutes les Œnothérées diplostémones). Dans toutes ces plantes, le verticille opposé aux sépales est, en effet, le premier-né et le plus interne, comme il sera le plus développé à l'époque de l'anthèse. Un verticille de carpelles, toujours opposé aux pétales, complète la symétrie florale.

» J'ai vu le *Gaura*, ordinairement diplostémone ou à huit étamines, être réduit à six par l'avortement des deux étamines pétalaires latérales.

» Comme la presque universalité des familles diplostémones, les Œno-

thérées comptent des genres devenus isostémones par l'avortement congénital du verticille dernier-né (*Circæa, Isnardia*).

» Il ne se produit dans le *Lopezia* que deux étamines, les sépalaires postérieure et antérieure, encore celle-ci est-elle stérile : de même dans le *Semeiandra*, avec la différence qu'ici c'est l'antérieure qui est fertile.

» II. Le type des Haloragées se trouve dans l'*Haloragis*, dont les deux verticilles staminaux complets se produisent dans l'ordre centrifuge, le verticille sépalaire le premier, le verticille pétalaire le second. Les éléments du pistil, le plus souvent en verticille complet, sont alors opposés aux pétales. Le *Loudunia* a l'androcée de l'*Haloragis*.

» Le *Myriophyllum*, ordinairement diplostémone, présente des fleurs à six et à quatre étamines par l'avortement partiel ou complet du verticille opposé aux pétales.

» Quant au *Proserpinaca*, apétale et franchement isostémone par la non-production du verticille alternisépale, il est à l'*Haloragis* ce que sont les Amarantacées aux Caryophyllées. Enfin l'*Hippuris*, à une seule étamine, est l'analogue du *Riesenbachia* parmi les Œnothérées.

» On le voit, les Haloragées ne correspondent pas seulement aux Œnothérées par le type staminal, mais encore par les altérations, en tout point parallèles, qu'elles présentent de ce type.

» III. Le *Trapa* mérite une mention propre. En apparence Haloragée isostémone par sa fleur à quatre sépales, quatre pétales et quatre étamines opposées aux sépales, il en diffère par un caractère important, l'opposition des carpelles aux sépales et non aux pétales, ce qui est le type floral des Monocotylédones, parmi lesquelles le plaçait L. de Jussieu; mais c'est aussi le type des Élatinées, Limnanthacées, etc., réduit à l'isostémonie par la non-production du verticille staminal dernier-né.

» Tout en admettant, avec Hofmeister, que le *Trapa* n'a qu'un cotylédon, il me paraît que cette plante se trouve dans l'un de ces cas où un caractère, habituellement de première valeur, devient subordonné. Il devra donc rester au milieu des Dicotylédones, où l'on aura à tenir compte, pour lui assigner une place, de son type staminal, qui est clairement le type diplostémone centripète. Or que les plantes de ce type doivent être sorties des familles obdiplostémones ou à type diplostémone centrifuge, cela n'est pas, il me semble, douteux; mais qu'elles doivent quitter leur classe, ce serait aller peut-être trop loin : on tiendrait un compte suffisant de leur symétrie florale en les mettant à la suite de la classe. En application de ce principe, les Limnanthacées, les Phytolaccées, les Élatinées, les Trapées correspon-

draient à des sous-classes mises à la suite des Géranioïdées, des Caryophyllinées, des Crassulacées et des Œnothérinées.

» IV. Très-nettement du type diplostémone centrifuge comme les Œnothérées, les Combrétacées ont généralement leur verticille oppositipétale, externe et dernier-né, plus court que le verticille oppositisépale (*Bucida*, *Combretum*, *Poivrea*, *Quisqualis*, sans doute aussi *Terminalia*).

» Dans le *Bigamea*, la fleur est isostémone par suite de l'avortement congénital du verticille oppositipétale. Il n'en est pas tout à fait de même du *Conocarpus*, qui, quoique le plus souvent isostémone, développe parfois le verticille staminal opposé aux pétales.

» V. Petite famille dont plusieurs botanistes ne font qu'une tribu des Mélastomacées, les Mémécylées produisent leur androcée en deux fois, le premier verticille, qui restera le plus grand et ne manquera jamais, paraissant devant les sépales, le second devant les pétales (*Memecylon*; et, d'après des études sur le sec, *Mouriria*, *Guildangia*).

» L'androcée de l'*Olinia* diffère de celui du *Memecylon* par la non-production du verticille oppositipétale, le dernier-né dans celui-ci; ainsi se passent sans doute les choses chez le *Myrrhinium*, dont les fleurs ne présentent que le verticille oppositisépale.

» Quant au *Fenzlia*, qui ne diffère pas seulement par ses anthères didymes à mésothèque fibreuse et à déhiscence longitudinale, mais aussi par l'androcée polystémone à formation centripète (?), il paraît devoir être reporté vers les Myrtacées.

» VI. Les Mélastomacées, dont on ne saurait parler sans rappeler les travaux importants de de Candolle et de Naudin, intéressent, en particulier, par leurs étamines à anthères poricides et à valves privées de membrane fibreuse. Comme les Œnothérées, elles se rattachent au type obdiplostémone ou à verticille staminal interne, oppositisépale et premier-né (*Centradenia*, *Charianthus*, *Lasiandra*, *Melastoma*, *Monochætum*).

» Le *Rhyncanthera* et l'*Aplutrum*, d'abord semblables au *Melastoma* par leur androcée, n'ont à la fin que cinq étamines fertiles par le passage des étamines dernières-nées ou oppositipétales à l'état de staminodes. Par un avortement plus complet et peut-être congénital (je n'ai pu observer que des plantes d'herbier) du verticille opposé aux pétales, le *Poteranthera* et le *Sonerila* sont réduits aux étamines sépalaires.

» Par le mode de formation, la position et l'ordre des modifications de l'androcée, les Mélastomacées sont donc bien des Œnothérinées.

» VII. Le système staminal des Lythrariées se compose généralement

de deux verticilles qui apparaissent dans l'ordre suivant : celui opposé aux sépales d'abord, le verticille pétalaire ensuite.

» Comme l'a vu Payer dans les deux espèces par lui étudiées (*Lythrum Salicaria*, un *Caphea*), l'androcée est presque unisérié. Toutefois il n'est pas douteux, surtout dans le *Pemphis* et le *Nesæa*, et par la préfloraison, que le verticille opposé aux sépales ou premier-né ne soit le plus interne.

» Les étamines oppositipétales, parfois à peu près aussi longues que celles du verticille premier-né (*Gynoria*) restent le plus souvent beaucoup plus courtes (*Nesæa*, *Grislea*, *Lythrum*, *Pemphis*).

» Le *Cuphea*, après avoir formé un androcée régulier comme le *Lythrum*, a son étamine postérieure réduite à l'état de glandule. L'*Ammania* est tantôt diplostémone, tantôt isostémone par l'atrophie du verticille pétalaire.

» Le *Peplis* ne donne naissance qu'au verticille sépalaire; il en est peut-être ainsi de l'*Ameletia* et du *Rotula*, dont les fleurs (d'herbier) ne présentent aucun indice des étamines pétalaires. Le *Suffrenia* et le *Cryptotheca* ont leur androcée réduit à deux des étamines du verticille premier-né.

» A la suite des Lythrariées diplostémones et de leurs dérivées par avortements, plantes dont l'ensemble appartient aux Œnothérinées par son androcée, viennent des genres plus ou moins polystémones (*Abatia*, *Cronea*, *Lagerstræmia*, etc.) dont je n'ai pu suivre l'androgénie ; ils resteront aux Lythrariées, si l'évolution des étamines y est centrifuge ; l'évolution centripète signalerait, au contraire, des affinités avec les Myrtacées.

» VIII. Les Nyssacées forment un petit groupe justement rattaché aux Œnothérinées, à en juger par son androcée de deux verticilles et à naissance centrifuge.

» D'un intérêt particulier en ce qu'il montre le passage, dans une même espèce, de la diplostémonie à l'isostémonie par l'avortement du verticille dernier-né, le *Nyssa* est polygame ; ses fleurs mâles ont deux verticilles d'étamines qui naissent successivement, le premier, plus interne, devant les sépales, le second, dans l'intervalle et un peu en dehors des étamines premières-nées ; quant aux fleurs hermaphrodites, elles sont réduites au verticille premier-né des fleurs mâles.

» L'*Anthobolus* et l'*Exocarpus* sont isostémones comme les fleurs mâles du *Nyssa*, comme plusieurs Œnothérées, etc.

» IX. Le *Carallia*, seule Rhizophorée dont j'aie pu observer le développement des étamines, a, comme les Œnothérinées en général, deux verticilles d'étamines dont le dernier-né est l'oppositipétale. Tout indique qu'il en est de même du *Rhizophora* et du *Dryptopetalum*, aussi diplostémones et à

étamines pétalaires les plus courtes. Des réserves sont nécessaires en ce qui touche le *Bruguiera*, le *Ceriops* et le *Kandelia*, dont les deux premiers semblent (sur le sec) avoir les étamines opposées par couples aux pétales, tandis que le troisième est polystémone.

» X. Au résumé, à part le *Trapa*, qui doit former le noyau d'une famille ou même d'une sous-classe à la suite des Œnothérinées, les huit familles comprises dans cette dernière classe lui appartiennent bien par l'androgénie et la position des carpelles que commande celle-ci.

» Je finirai par cette remarque, que toutes les familles des Œnothérinées, comme bon nombre d'autres, ont, par avortement du verticille dernier-né, des représentants isostémones à la suite des types diplostémones, de sorte que, de même qu'un éminent botaniste a pu dire qu'il n'y a pas de dyalipétales sans apétales, on peut avancer que la plupart des familles diplostémones ont des représentants isostémones. »

BOTANIQUE. — *D'un nouveau mode de ramification observé dans les plantes de la famille des Ombellifères.* Note de M. D. Clos.

(Renvoi à la Section de Botanique.)

« L'ombelle des plantes de cette famille a été tour à tour rapportée au groupe des inflorescences définies ou indéfinies : une disposition organique, jusqu'ici méconnue, dans la ramification de ces plantes, facilite la solution du problème.

» On voit en effet, chez un très-grand nombre d'entre elles, appartenant aux genres les plus divers, et parfois dans toutes les espèces d'un genre (le genre *Trinia*, par exemple), la confluence, en divers points de la tige, de deux, trois ou quatre nœuds vitaux, formant de faux verticilles, phénomène analogue à celui que montrent les Alismacées dans leur inflorescence et que j'ai eu l'honneur de signaler à l'Académie sous le nom de *gémination des verticilles floraux* (voir *Comptes rendus*, p. 1416).

» Cette coalescence des nœuds se généralise au voisinage de l'ombelle, formant souvent, comme dans le Maceron (*Smyrnium Olusatrum*) et la grande Ciguë, des préombelles; mais elle ne saurait expliquer les cas, assez fréquents dans cette famille, d'ombelles nues, celles-ci reconnaissant pour cause la partition. »

AÉRONAUTIQUE. — *Observations relatives à un récent Mémoire de M.* Helmholtz, *sur la navigation aérienne*. Note de M. W. de Fonvielle. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

« M. Helmholtz se propose de déterminer l'énergie des forces motrices qu'il est nécessaire de développer à bord d'un ballon à vapeur, gonflé au gaz hydrogène pur, si l'on veut lui donner une vitesse capable de le faire marcher dans la direction opposée à celle d'une petite brise. Il arrive à cette conclusion que, pour donner à l'aérostat une marche de 30 kilomètres à l'heure, il faudrait dépenser environ *cinq pour cent* de la force motrice nécessaire pour obtenir une vitesse de 21 kilomètres à l'heure avec un grand steamer de la marine allemande, à bord duquel des expériences paraissent avoir eu lieu; mais il ajoute qu'il faudrait que le volume de cet aérostat égalât 42 fois le déplacement du vaisseau.

» Suivant le savant physicien, les principales difficultés qui s'opposent à la construction d'une pareille machine sont, d'une part, l'immense dimension qu'il vient de signaler, et, de l'autre, le poids qu'il faudrait donner aux hélices motrices, à moins de se résigner à les faire tourner avec des vitesses dépassant celles que la Mécanique permet pratiquement de réaliser.

» Malheureusement, les rapides ruptures d'équilibre thermique produites par l'action des rayons du Soleil, les surcharges instantanées provenant de la chute des pluies, les frottements inséparables de la présence des filets, les phénomènes électriques et mille autres obstacles, dont M. Helmholtz ne dit pas un mot, viennent compliquer la solution de ce beau problème. En effet, il paraît facile de démontrer que les calculs de M. Helmholtz, calculs reposant sur une analyse des plus élevées, ne possèdent pas la valeur absolue que l'on semble leur accorder. M. Helmholtz obtient les résultats qu'il annonce, en partant des équations générales de l'Hydrodynamique, dont il suppose que l'intégration générale ait eu lieu dans le cas de l'eau, et il cherche à appliquer ces résultats au cas de l'air, après avoir effectué un changement de variables indépendantes. Les nouvelles variables, relatives à l'air, sont liées par une série d'équations de condition, dont M. Helmholtz détermine très-habilement la valeur numérique, en comparant les propriétés physiques de l'eau et celles de l'air. Malheureusement, les raisonnements de M. Helmholtz ne seraient plus applicables si les deux mobiles, qu'il veut comparer au point de vue dynamique, n'avaient la même forme géométrique, et différaient autrement

que par l'échelle de leur construction. Or, dans le navire, il ne considère que la partie immergée, qui n'est point un corps en contact avec son liquide sur tout son périmètre, puisque la face supérieure est une coupe idéale de le carène. Un pareil mobile ne peut être considéré comme semblable à un corps complétement immergé, comme l'est un aérostat.

» Comme nous l'avons dit plus haut, les données numériques dont part M. Helmholtz ont été obtenues à l'aide d'un steamer appartenant à la flotte de l'empire allemand. Elles ne pourraient donc servir que s'il était démontré que les conditions dynamiques du mouvement, force, vitesse, frottement, seraient les mêmes pour un bâtiment de même déplacement, mais complétement immergé; en un mot, il faut admettre, suivant M. Helmholtz, que, si le grand steamer allemand descendait sous l'eau pour être changé en navire sous-marin, rien ne serait altéré dans les lois de son mouvement. Or il paraît démontré que, toutes choses égales d'ailleurs, le mouvement serait beaucoup plus facile sous l'eau et que la vitesse aurait une valeur beaucoup plus grande pour la même quantité de force motrice développée, si l'on arrivait pourtant à organiser, dans des conditions pratiques, la manœuvre et la combustion, ce qui est plus que douteux. En effet, quoique les organes moteurs des poissons soient peu développés, quoique leur chaleur organique qui est la source de leur puissance dynamique soit très-faible, ils obtiennent sous l'eau des vitesses que les plus puissants steamers ne sont point parvenus à réaliser. Les conclusions de M. Helmholtz, fondées sur l'étude du mouvement superficiel, donnent donc des chiffres beaucoup trop élevés, quoiqu'il soit impossible de déterminer dans quelle proportion.

» D'autre part M. Helmholtz fait abstraction de la compressibilité du milieu aérien, dont il croit que les effets sont nuls avec les faibles vitesses qu'il considère; mais, précisément à cause du grand diamètre des aérostats, le vide partiel à l'arrière, qui retarde le mouvement des projectiles, et la condensation à l'avant, qui ralentit également leur déplacement, ne peuvent être négligés.

» Quoique le vide partiel à l'arrière des aérostats semble avoir exercé une grande influence sur les nombres extraordinaires qui ont été observés dans les grandes ascensions rapides, il est probable que l'effet retardateur est inférieur à l'accélération produite par l'immersion, et que, finalement, l'exagération des chiffres de M. Helmholtz n'est qu'atténuée par cette nouvelle omission.

» Des observations faites sur des ascensions en air calme et serein, dans des conditions telles que le ballon pût servir à des visées astrono-

miques faites de terre, donneraient le moyen de calculer ces coefficients qui sont aujourd'hui inconnus, et dont on ne peut se passer pour établir des calculs sérieux.

» Enfin si l'on admet, par impossible, la légitimité des différentes hypothèses faites par M. Helmholtz, il ne nous paraît point nécessaire de partir des équations différentielles générales de l'Hydrodynamique; on arrivera immédiatement à des chiffres très-voisins, sinon identiques, du moment qu'on supposera que le steamer travaille sous l'eau et que l'air se comporte comme le ferait une eau de 700 à 800 fois moins dense que celle de la Baltique. Il suffirait alors d'exprimer que les vitesses de deux mobiles semblables varient en raison composée des efforts, de la surface, de la masse du fluide, suivant les formules connues. »

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Histoire de la peste bubonique en Mésopotamie; détermination de son origine, de sa marche, du cycle de ses apparitions successives et de l'influencepré pondérante de la chaleur dans sa limitation et son extinction.* Mémoire de M. **J.-D. Tholozan**, présenté par M. Larrey. (Extrait par l'auteur.)

« *Conclusions.* — Les grandes pestes de la Mésopotamie, dans le XVIIIe et le XIXe siècle, sont au nombre de trois seulement. Leur origine est exotique, en ce sens que le premier développement eut lieu dans des pays voisins. Leur marche fut invariablement du nord ou du nord-ouest au sud, de la source des grands fleuves vers leur embouchure. Les épidémies de 1773 et de 1831 furent plus intenses et se propagèrent jusque sur les côtes du golfe Persique. L'épidémie de 1800 fut moins généralisée : elle s'arrêta avant d'atteindre la mer.

» Le début de ces trois fléaux coïncida avec la saison d'hiver; leur développement eut lieu au printemps, leur déclin et leur extinction en été. Leurs recrudescences obéirent aux mêmes lois : après une période d'incubation estivale de trois mois au moins, les germes de la maladie présentèrent, dans quelques localités, des revivifications en hiver ou au printemps; ces nouvelles explosions se répétèrent quelquefois pendant trois années. Dans ces dégradations successives, la maladie sembla avoir perdu, en partie, son caractère contagieux et sa faculté de propagation à grande distance.

» En dehors des années épidémiques et de quelques manifestations consécutives de peu de durée, on n'a jamais observé, en Mésopotamie, depuis

plus de deux cents ans, une peste endémique comme celle qui régna, dans les temps modernes, en Égypte, à Constantinople, en Arménie, en Géorgie.

» La petite épidémie de peste de la Mésopotamie, en 1867, est d'origine autochtone; elle fut précédée de phénomènes pathologiques importants, rappelant ces constitutions médicales pestilentielles qui, dans le XVIe et le XVIIe siècle, signalèrent quelquefois l'arrivée des grandes pestes dans certains pays d'Europe. Cette épidémie localisée obéit, dans son début, son développement et son extinction, aux mêmes lois que les trois grands fléaux, ses congénères et ses prédécesseurs. Elle se montra comme eux après une période de répit complet d'une trentaine d'années.

» Les circonstances qui ont été étroitement liées à l'étiologie de la peste en Mésopotamie sont, d'une part, l'évolution préalable d'un certain nombre d'années d'immunité; d'autre part, pour les grandes épidémies, la présence de la maladie dans les régions montagneuses du nord.

» La saison d'été a toujours modéré, amoindri et arrêté le développement de ce fléau dans la contrée dont je parle. La chaleur exceptionnelle de ce pays et surtout celle du littoral du golfe Persique pendant les mois de juin, juillet, août et septembre, semblent avoir agi là sur les germes de la peste, avec autant d'efficacité, pour les anéantir, que, dans des expériences célèbres, une température de 60 à 70 degrés pour détruire les Microphytes qui sont cause de l'altération des vins, ou une température de 52 degrés ou même de 48 degrés pour tuer les Bactéridies charbonneuses.

» J'ajouterai, comme corollaire à ces données, que plusieurs autres maladies zymotiques s'éteignent aussi en Mésopotamie pendant le règne des fortes chaleurs : le choléra en est un exemple remarquable. Du relevé d'un grand nombre d'épidémies, il résulte que le développement de ce fléau est régi là par les mêmes lois que la peste, c'est-à-dire qu'il cesse complétement pendant les grandes chaleurs, pour se renouveler en automne et en hiver ou au printemps.

» Ces notions, qui mettent en évidence l'influence bien connue des saisons sur les épidémies, sont, il me semble, plus rationnelles que le système exclusif de la contagion. Ce système, qui ne cherche partout que frontières à garder, ne se préoccupe pas plus aujourd'hui que dans le siècle passé de la marche naturelle de ces grands phénomènes qu'on appelle les *épidémies*. Il veut y voir uniquement une question de transport des germes morbides, et il ne comprend pas que les conditions de ce transport sont encore enveloppées du plus profond mystère. La nature elle-même met souvent des obstacles plus efficaces à cette transmission que tous ceux que

nous pouvons imaginer, et souvent elle trouve, pour disséminer les germes ou pour les ressusciter, des moyens que nous ne connaissons aucunement. »

MÉDECINE. — *Note complémentaire aux Communications précédentes sur le choléra;* par M. CH. PELLARIN. (Présentée par M. Bouillaud.)

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

« A ma réclamation de priorité, touchant le rôle des déjections cholériques dans la transmission du typhus indien, il a été objecté que Böhm, de Berlin, et Snow, de Londres, avaient signalé le fait avant moi.

» Du travail de Böhm, je n'ai pu obtenir aucune connaissance. Quant à la publication de Snow intitulée : *Sur le mode de communication du choléra*, il est certain que la première édition en a paru au mois d'août 1849, tandis que mes Communications à l'Académie n'eurent lieu qu'en septembre de la même année. S'il ne s'agissait donc que d'une question de dates, Snow aurait incontestablement sur moi une antériorité de quelques jours; mais sa thèse diffère de la mienne en un point important, et nous arrivons à des déductions prophylactiques tout à fait dissemblables.

» D'accord avec moi pour placer l'agent de transmission du choléra dans les déjections des cholériques, le médecin anglais n'admet, pour son introduction dans l'économie, que la voie de l'estomac et de l'intestin, oubliant que les voies respiratoires sont la porte d'entrée la plus ordinaire du principe des maladies miasmatiques et pestilentielles.

» Snow dit en propres termes que, pour produire son effet, « la matière » morbifique du choléra doit être introduite dans le canal alimentaire et » être en réalité avalée accidentellement ». En conformité de cette étiologie, il fait consister toute la prophylaxie du choléra dans des soins de propreté et dans l'attention de n'ingérer ni boissons ni aliments souillés par les déjections cholériques (1).

» Ainsi, étant admis que l'agent de la transmission du choléra réside dans les déjections de cholériques, il y a sur le mode de son introduction dans l'économie deux doctrines :

» 1° Celle d'après laquelle l'unique voie de pénétration du poison cholérique est le conduit alimentaire et qui réduit la prophylaxie au soin d'éviter l'usage de boissons et d'aliments contaminés;

(1) Voir l'Ouvrage de Snow : *On the mode of Communication of cholera*. 2e édition, much enlarged. London, 1855, p. 15, 16, 17, 18; et pp. 133 et suivantes.

» 2° La doctrine qui, plaçant aussi l'agent morbifique, non pas exclusivement, mais principalement, dans les déjections des sujets atteints du choléra, professe que la voie par laquelle il pénètre le plus communément est la voie pulmonaire. D'où l'indication de la désinfection, de l'enfouissement immédiat des matières rejetées par les malades, l'indication, en un mot, de toutes les mesures efficaces de préservation.

» Cette seconde doctrine, j'ai été le premier, je crois, à la signaler nettement et à en tirer les conséquences pratiques, pendant l'épidémie de choléra de Givet, en 1849. »

M. Sandras adresse une Note relative à l'allaitement direct des enfants par les vaches.

L'auteur pense que ce moyen, employé avec succès dans diverses circonstances qu'il rapporte, permettrait de diminuer la mortalité, pour les enfants que les mères ne peuvent allaiter, et remédierait à l'insuffisance d'un service de nourrices, toujours imparfaitement organisé.

(Renvoi à la Section de Médecine.)

M. E. Duchemin adresse des spécimens des résultats obtenus en fixant, sur des lames de verre, la limaille de fer soumise à l'influence des cercles d'acier de ses boussoles circulaires.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. Puiggari adresse deux Mémoires relatifs à ses procédés de dosage de l'azote contenu, à l'état de combinaison, dans l'atmosphère, les eaux, les terres et les engrais.

(Commissaires : MM. Boussingault, Fremy, Hervé Mangon.)

M. Fourcade adresse, pour le Concours du prix de Médecine (fondation Montyon), un herbier médicinal.

(Renvoi à la Commission.)

M. L. Hugo adresse une Note concernant l'introduction, dans la Géométrie, de la figure à laquelle il donne le nom d'*Équidomoïde*.

(Commissaires précédemment nommés : MM. Bertrand, Roulin.)

M. T. Sourbé adresse une Note relative à un ballon-siphon, pour la vidange des fûts contenant des liquides alcooliques.

(Renvoi à la Section de Physique.)

M. L. Possoz adresse des observations sur l'emploi des liqueurs cupriques dans les analyses de sucres.

(Renvoi à la Section de Chimie.)

M. E. Fallières adresse une Note relative à un procédé pour empêcher l'invasion du Phylloxera dans les vignes non encore atteintes.

Le procédé consiste dans l'emploi d'un mélange de plâtre et de diverses matières empyreumatiques extraites de la houille, qui, semé sur le sol, éloigne le Phylloxera. Le plâtre peut absorber une quantité considérable de naphtaline ou de goudron, sans perdre l'état pulvérulent qui en permet la facile dissémination à la surface du sol. Ces matières, absorbées par le plâtre, étant retenues par la capillarité, exercent d'ailleurs une longue influence.

M. E. Estingoy, M. F. Marie, M. Philippe, M. Vicat, M. Cheyrouze, M. H. Worms adressent diverses Communications relatives au Phylloxera.

Tous ces documents seront transmis à la Commission du Phylloxera.

M. le Secrétaire perpétuel signale à l'Académie le nombre croissant de Communications concernant le Phylloxera comme une triste indication des maux qui ont déjà frappé et de ceux qui menacent encore nos vignobles.

Il fait remarquer, en outre, que, parmi les Correspondants qui s'adressent à l'Académie, il en est qui lui demandent de les aider dans leurs études au moyen d'une indemnité qu'elle pourrait prélever sur les fonds qu'une de nos grandes Compagnies de chemins de fer aurait mis à sa disposition. Ni l'Académie, ni aucun de ses Membres n'a reçu une telle marque d'intérêt pour les travaux qu'elle poursuit depuis longtemps. Les fonds très-restreints dont l'Académie disposait étant presque épuisés, elle pourra, tout au plus, faire compléter, cette année, les études commencées l'année dernière par son délégué, M. Max. Cornu. Les études de la Commission ne sont pas arrivées à leur terme, et elle les restreint avec peine, au moment où l'examen scientifique de la question, assez avancé, permet de leur donner un caractère pratique; mais l'Académie n'a pas de ressources pour ces travaux, qui, ne pouvant être effectués à Paris, entraînent des frais de quelque importance.

MM. Liouville, Élie de Beaumont et Pasteur expriment leur profond

regret de voir interrompre des travaux dont la viticulture avait tant à s'applaudir et remercient la Commission des persistants efforts qu'elle a faits jusqu'ici dans cet intérêt national.

Conformément à leur proposition, l'incident sera mentionné au *Compte rendu* de cette séance.

M. P. **Rocca** adresse une Note relative aux insectes qui attaquent les châtaignes et les olives.

(Renvoi à la Section d'Économie rurale.)

CORRESPONDANCE.

M. S. **Newcomb**, nommé Correspondant pour la Section d'Astronomie, adresse ses remercîments à l'Académie.

La **Société de Médecine et de Chirurgie de Bordeaux** adresse, pour la bibliothèque de l'Institut, un volume contenant les Mémoires lus à cette Société, sur les améliorations ou réformes dont nos institutions d'hygiène publique et de salubrité sont susceptibles.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° « La Chaleur, mode de mouvement, par M. *J. Tyndall* » ; 2e édition française, traduite de l'anglais, sur la 4e édition, par M. l'abbé *Moigno* ;

2° « La Clef de la Science, ou les phénomènes de la nature expliqués, par M. le Dr *E.-C. Brewer* », 5e édition, par M. l'abbé *Moigno*;

3° Une brochure de M. *Baudon*, intitulée : « Ovotomie abdominale, ou opération césarienne » ;

4° La 4e livraison du « Traité du développement de la fleur et du fruit », par M. *H. Baillon*. (Renvoi à la Section de Botanique.)

GÉOMÉTRIE. — *Sur les droites qui sont doublement tangentes à la surface lieu des centres de courbure d'une surface du second ordre.* Note de M. **Laguerre**, présentée par M. de la Gournerie.

« 1. Quelques considérations géométriques très-simples permettent d'établir et de compléter, sur certains points, les propositions que j'ai eu l'hon-

neur de présenter à l'Académie relativement aux *normales que l'on peut mener d'un point donné à une surface du second ordre.*

» Étant donnée une surface du second ordre S, les droites perpendiculaires à leur polaire relativement à S forment un complexe remarquable du second ordre; elles rencontrent évidemment S en deux points tels que les normales se croisent en un même point.

» Considérons un triangle ABC situé sur S, et tel que les trois normales en ces points se rencontrent en un même point M; les côtés du triangle sont circonscrits à la conique du complexe située dans son plan, et ses sommets sont situés sur la conique K suivant laquelle le plan coupe S; le plan doit par conséquent couper S suivant une conique dans laquelle on puisse inscrire un triangle circonscrit à la conique du complexe, et, par suite, il enveloppe une surface. Remarquons maintenant que, d'après le théorème de Poncelet, on peut construire, dans le plan, une infinité de triangles tels que ABC; par suite, la surface réglée formée par les normales menées aux différents points de K, ou, en me servant d'une expression déjà employée par M. Mannheim, la normalie ayant pour directrice K, a une ligne triple qui, puisque la normalie est du quatrième ordre, est nécessairement une droite Δ.

» Il est bien clair que, puisque, des six pieds des normales que l'on peut abaisser de chacun des points de Δ, trois décrivent la conique K, les trois autres décrivent une autre conique K', et l'on voit qu'une droite telle que Δ peut être définie par cette propriété, que le lieu des pieds des normales menées de chacun des points de la droite à la surface se décompose en deux coniques (1).

» Je vais maintenant établir que toutes ces droites Δ sont doublement tangentes à la surface lieu des centres de courbure de S.

» 2. Considérons, en général, une surface quelconque Σ et sa développée Θ; a désignant un point quelconque de Θ, je représenterai par A le point correspondant de Σ, c'est-à-dire celui pour lequel une des sections principales a pour centre de courbure A.

» Cela posé, soient D une droite quelconque et K le lieu des pieds des normales que l'on peut, de chacun des points de D, abaisser sur la surface.

(1) Depuis que ma première Note a été écrite, j'ai reconnu que le théorème ci-dessus énoncé est dû à M. Desboves, qui a aussi étudié les droites Δ dans sa *Nouvelle Théorie des normales à une surface du second ordre.*

En laissant de côté, pour un instant, le cas où D serait normale à Σ, je ferai les remarques suivantes au sujet des points de rencontre de cette droite et de Θ.

» Si, en un de ces points A, la droite traverse la développée, la courbe K ne présente aucune singularité au point correspondant a, et elle est tangente en ce point à l'une des lignes de courbure.

» Si, en un de ces points B, la droite touche la développée, la courbe K présente un point double au point correspondant b, et les tangentes, menées aux deux branches en ce point, diffèrent généralement des tangentes aux lignes de courbure.

» On sait enfin que, si la droite était l'une des normales de la surface Σ touchant la développée en C et C', la courbe K présenterait, au point correspondant c, un point double dont les deux branches toucheraient les deux lignes de courbure.

» De là résulte une dépendance mutuelle entre les singularités de la courbe K et les particularités des divers points d'intersection de la droite D avec la développée : ainsi l'on peut, en particulier, énoncer les propositions suivantes :

» *Le complexe des droites tangentes à la développée se compose de toutes les droites pour lesquelles la courbe* K *possède un point double.*

» *Si l'on fait abstraction des normales à la surface, la congruence formée par les droites doublement tangentes à la développée se compose de toutes les droites pour lesquelles la courbe* K *possède deux points doubles.*

» 3. Pour faire l'application de ce qui précède à la surface du second ordre S, je remarquerai que la courbe K est alors une biquadratique gauche qui présentera deux points doubles dans deux cas différents.

» 1° En premier lieu, la courbe K peut se décomposer en deux coniques, et l'on obtient les droites Δ dont j'ai parlé plus haut.

» Par chaque point de l'espace, comme je l'ai fait remarquer dans ma précédente Communication, passent dix droites Δ.

» 2° En second lieu, la courbe K peut se décomposer en une cubique gauche et une génératrice de S.

» Si l'on considère le paraboloïde formé par les normales le long d'une de ces génératrices G, toutes les génératrices de ce paraboloïde de même système que G donneront des droites pour lesquelles cette décomposition a lieu, et on les obtiendra toutes en considérant l'ensemble de tous les paraboloïdes normaux le long des diverses génératrices.

» La congruence qu'elles forment se compose donc de deux congruences distinctes; l'une composée des génératrices des paraboloïdes normaux le long de toutes les génératrices d'un même système de S; l'autre composée des génératrices des paraboloïdes normaux le long des génératrices de l'autre système.

» Par chaque point de l'espace passent six droites appartenant à chacune de ces congruences et situées sur les paraboloïdes normaux le long des douze génératrices qui passent par les pieds des normales que l'on peut abaisser du point donné sur la surface.

» 4. En résumé, on voit que les vingt-huit droites doublement tangentes à la développée, que l'on peut mener par un point M de l'espace, se distribuent en quatre groupes :

» 1° Les six normales que l'on peut mener de ce point;

» 2° Les dix droites Δ;

» 3° Six droites situées sur des paraboloïdes normaux le long de six génératrices d'un même système de S;

» 4° Six droites situées sur des paraboloïdes normaux le long de six génératrices de l'autre système.

» La détermination de ces vingt-huit droites dépend uniquement de la résolution de l'équation du sixième degré qui donne les pieds des normales.

» 5. Je ferai remarquer, en terminant, que les considérations qui précèdent s'appliquent à d'autres surfaces qu'à celles du second ordre.

» On peut énoncer, en particulier, cette propriété des surfaces réglées :

» *Si l'on considère le paraboloïde formé par les normales d'une surface réglée le long d'une génératrice, non-seulement toutes les normales sont doublement tangentes à la développée de la surface, mais encore il en est de même de toutes les génératrices de l'autre système de ce paraboloïde.* »

PHYSIQUE. — *Sur le magnétisme permanent de l'acier.* Note de M. E. **Bouty**, présentée par M. Jamin.

« Le mot de *force coercitive* n'a jamais exprimé qu'une comparaison un peu vague entre les phénomènes de l'aimantation de l'acier et le frottement. Ce rapprochement entre deux ordres de phénomènes aussi complexes est tout à fait artificiel, et exclut absolument les faits relatifs à l'aimantation temporaire de l'acier.

» Wiedmann a comparé avec plus de fruit les phénomènes en question

à ceux qui dépendent de l'élasticité dans les corps solides, spécialement aux phénomènes produits par la torsion. Bien qu'elle ne constitue pas à proprement parler une théorie, cette comparaison a l'avantage d'exprimer une relation physique réelle, puisque la torsion modifie l'état magnétique d'un barreau, et que les modifications de cet état magnétique peuvent, à leur tour, modifier la torsion à laquelle le barreau a été soumis d'avance. Un grand nombre de faits relatifs à l'aimantation, ou à la désaimantation, s'interprètent commodément dans ce système; mais les phénomènes suivants ne s'y laissent adapter que d'une manière très-pénible.

» On sait depuis longtemps qu'un certain magnétisme temporaire peut être superposé à un magnétisme permanent de sens contraire, et que celui-ci peut reparaître, quelquefois même intégralement, après que l'influence des forces extérieures a cessé. Par exemple, si l'on soumet un barreau d'acier aimanté à l'action d'un courant trop faible pour le désaimanter entièrement, on observe, pendant l'action du courant, une diminution du magnétisme du barreau qui peut aller jusqu'au renversement apparent des pôles, tandis qu'après la cessation du courant on trouve que le barreau est encore aimanté dans le sens primitif.

» Le fait suivant, que j'ai observé, me paraît plus curieux encore. Je prends un faisceau de section carrée, formé par la réunion de quatre barreaux carrés de même longueur. Ce faisceau est trempé dur et aimanté immédiatement; on mesure son moment magnétique; enfin on le démonte et l'on mesure le moment magnétique de chaque barreau isolé. On trouve que la somme de ces moments est très-notablement supérieure au moment magnétique du faisceau. Vient-on à réunir ensemble ces barreaux deux par deux, la somme des moments magnétiques des faisceaux partiels est intermédiaire au moment du faisceau total et des barreaux séparés. Enfin, si l'on reconstitue le faisceau primitif, le moment magnétique revient aussi à sa valeur première.

» Dans cette expérience, le faisceau qui, vierge de toute aimantation antérieure, n'a subi qu'une fois l'action de la spirale magnétisante, est, au moment de la première séparation, dans une condition absolument normale, et l'on ne voit intervenir aucune force magnétique nouvelle à laquelle on puisse attribuer l'augmentation de magnétisme permanent observée. En séparant les barreaux, on supprime, il est vrai, leur réaction réciproque, et l'on sait qu'elle agissait dans chacun d'eux en sens contraire de l'aimantation permanente; mais cette suppression ne peut avoir d'effet

que sur le magnétisme temporaire. Ainsi, même dans un barreau normal, un certain magnétisme permanent se trouve superposé à un magnétisme temporaire de sens contraire.

» Il serait donc assez naturel de revenir à une ancienne hypothèse d'après laquelle la condition, quelle qu'elle soit, qui correspond à la possibilité de la conservation d'un certain magnétisme permanent, ne serait communiquée, dans l'aciération ou la trempe, qu'à un certain nombre de molécules, les autres conservant leurs propriétés premières. Si l'on remarque : 1° que les lois du magnétisme temporaire de l'acier paraissent identiques aux lois du magnétisme induit dans le fer doux; 2° que le développement du magnétisme permanent est éminemment variable d'une espèce de fer ou d'acier à une autre, et pour une même espèce, suivant des conditions physiques quelquefois insignifiantes; on sera porté à examiner, de plus près qu'on ne l'a fait jusqu'ici, les conséquences de cette hypothèse.

» Considérons un cylindre de dimensions élémentaires, mais de longueur très-grande, relativement à son diamètre. Supposons les deux espèces d'éléments magnétiques répandues au hasard, mais en proportion déterminée, dans toutes les parties du cylindre, et faisons agir une force magnétique F dans le sens de l'axe. Si les molécules dénuées de pouvoir coercitif existaient seules, le cylindre prendrait un moment magnétique $kF\Delta v$, où Δv représente le volume du cylindre et k un coefficient qui dépend de la densité des molécules considérées. De même les molécules douées de pouvoirs coercitifs, si elles étaient seules, prendraient un moment magnétique $qF\Delta v$.

» Si l'on suppose les coefficients d'induction k et q constants, ce qui est sensiblement vrai pour de petites valeurs des forces inductrices, et si l'on désigne par c un coefficient dépendant du groupement des éléments magnétiques des deux espèces, on trouve que le moment magnétique communiqué au cylindre par la force F sera, en tenant compte des réactions des deux sortes de molécules,

$$M = \frac{k + q + 2ckq}{1 - c^2 kq} F\Delta v;$$

après la cessation de la force F, elles conserveront un moment

$$m = q\frac{(1 + ck)^2}{1 - c^2 kq} F\Delta v.$$

Cette quantité est ce qu'on appelle d'ordinaire le *magnétisme permanent*. Le

magnétisme temporaire qui disparaît par la cessation de la force F est

$$\mu = M - m = kF\Delta v.$$

» On voit par là que les deux coefficients de magnétisme temporaire et de magnétisme permanent, qu'on détermine d'ordinaire, ne sont pas des quantités de la même espèce. La quantité q, analogue par son rôle à k, s'obtiendrait en divisant le coefficient ordinaire de magnétisme permanent par $\frac{(1+ck)^2}{1-c^2kq}$.

» Il est évident et l'on vérifie sans peine sur un cas particulier que le moment magnétique total M est intermédiaire à ceux que produirait la même force F, agissant sur deux cylindres égaux au premier, et ne comprenant chacun qu'une espèce de molécules avec la même densité totale; mais il n'en est pas de même du moment résiduel m, qui, pour une valeur donnée de q, est d'autant plus grand que le coefficient k de magnétisme temporaire est plus grand lui-même; et, comme le coefficient k relatif au fer doux est énorme, on voit que l'adjonction d'une certaine quantité de fer doux à l'acier le plus dur peut augmenter le magnétisme résiduel de celui-ci. L'emploi des armatures de fer doux dont on garnit l'extrémité des faisceaux magnétiques, pour en augmenter la puissance, vient à l'appui de notre assertion. Nous ferons aussi remarquer que, d'après M. Jamin, les variétés d'acier les plus riches en carbone et les plus fortement trempées ne présentent pas les moments magnétiques résiduels les plus forts : ce qui doit être si les molécules de fer doux y sont très-rares, comme on doit le supposer. Nous nous réservons de revenir sur ce sujet ultérieurement et d'en développer les résultats par le calcul et par l'expérience.

» La théorie complète des phénomènes de rupture dont nous nous sommes occupé dans une Communication précédente exigerait une connaissance rigoureuse des deux fonctions de magnétisme temporaire et de magnétisme permanent de l'acier. Considérons deux corps A et B soumis à une même force inductrice, mais invariablement liés l'un à l'autre. Après la cessation de la force inductrice, le corps A demeure soumis à l'action de B et conserve, en dehors du moment magnétique résiduel qui lui resterait après l'ablation de A, un moment de même sens ou de sens contraire produit par l'influence de B, et qui n'est permanent qu'autant que le lien de A et de B subsiste. On pourrait appeler cet excès magnétique *moment magnétique subpermanent*. Dans l'expérience du faisceau rompu parallèlement à l'axe, le magnétisme *subpermanent* est de sens contraire au magnétisme permanent. Il serait de même sens dans le cas d'une aiguille cylin-

drique rompue par un plan perpendiculaire à son axe, et dont on séparerait ou réunirait les deux fragments placés bout pour bout. Ce résultat a été vérifié par l'expérience. »

CHIMIE. — *Note sur la distribution et la détermination du thallium;* par M. T.-L. PHIPSON.

« En 1864, j'ai trouvé une quantité considérable de thallium dans du cadmium métallique, acheté à Londres l'année précédente; depuis cette époque, j'ai cherché la présence de ce métal, de temps en temps, dans un grand nombre de substances commerciales, envoyées à mon laboratoire pour y être analysées. Dans ces essais, je n'ai pas fait usage du spectroscope : le métal a toujours été mis en évidence à l'état de sulfure, et généralement il a suffi de 10 à 15 grammes de matière pour l'isoler en quantité fort appréciable.

» Il résulte de mes expériences que le thallium est beaucoup plus répandu qu'on ne le croit actuellement, je dirais même qu'il est aussi répandu que le plomb. Je l'ai rencontré surtout dans le cadmium métallique, les pyrites cuprifères de l'Espagne et de Norvége et dans beaucoup d'autres minerais et produits industriels qui en résultent.

» La marche à suivre pour l'isoler est très-simple. Il faut toujours l'avoir à l'état de *protoxyde* pour le doser; or, dans la marche ordinaire de l'analyse quantitative, le thallium, s'il est présent dans l'échantillon examiné, est toujours ramené à l'état de *peroxyde* et échappe ainsi avec le fer, soit qu'on précipite ce métal à l'état de sulfure, soit qu'on l'isole à l'état de peroxyde ou de sel basique insoluble. Pour la recherche et le dosage du thallium, j'obtiens d'abord une solution du minerai dans l'*eau régale;* cette solution, étendue convenablement et fort acide, est débarrassée des métaux précipitables par l'hydrogène sulfuré. La liqueur filtrée est ensuite chauffée à l'ébullition (et autant que possible à l'abri de l'air), pour en chasser l'excès de gaz sulfhydrique; elle est alors traitée par un léger excès de carbonate de soude et filtrée rapidement pendant qu'elle est encore chaude. Dans la liqueur filtrée, le sulfure d'ammonium précipite complétement le thallium à l'état de sulfure. »

CHIMIE. — *Sur la présence d'argent métallique dans la galène;* par M. T.-L. PHIPSON.

« En dosant l'argent dans un échantillon de galène provenant d'une mine du Cornouailles (*Phœnix silver lead mine*), j'ai trouvé beaucoup plus

d'argent que d'ordinaire, et, en examinant l'intérieur du minerai à l'aide d'un microscope à faible grossissement, j'ai vu qu'il était pénétré partout de minces filaments d'argent métallique, qui, dans certains endroits, ressemblaient à des anastomoses de toile d'araignée. Ce minerai provenait de la partie extérieure du filon; dans l'intérieur, où la galène est mêlée de carbonate de plomb en fort beaux cristaux, l'argent métallique ne se rencontre pas. »

ANATOMIE PATHOLOGIQUE. — *Recherches anatomiques sur le rachitisme de la colonne vertébrale.* Note de M. **P. Bouland**, présentée par M. Ch. Robin.

« La cyphose rachitique qui s'observe dans la première enfance ne résulte pas uniquement, comme on le dit assez souvent, d'une laxité ligamenteuse. On voit, en effet, cette courbure persister alors même que le rachis, isolé et dépouillé des parties molles, est étendu sur un plan horizontal : c'est dans cette situation que je l'ai immobilisé à l'aide du plâtre. Une coupe verticale passant par le sommet des apophyses épineuses et le centre des corps vertébraux m'a ensuite permis d'étudier la courbure pathologique de la région dorso-lombaire, telle qu'elle résulte de la forme des éléments constituants de la colonne vertébrale, abstraction faite de l'action de la pesanteur. J'ai suivi la même méthode et j'ai pris les mêmes précautions que pour mes recherches sur les courbures normales (1). Tous les sujets que j'ai examinés avaient de deux ou trois mois à quinze ou seize mois. Il y a eu un peu plus de filles que de garçons.

» La courbure antéro-postérieure comprenait ordinairement de la neuvième ou dixième dorsale à la deuxième ou troisième lombaire. La flèche variait de 3 à 8 ou 10 millimètres au maximum.

» Outre la cyphose, il existait quelquefois une scoliose à convexité dorsale principale ordinairement dirigée à gauche.

» La mensuration, faite aussi exactement que possible avec la loupe et le compas, m'a montré que la diminution de hauteur en avant de la région dorso-lombaire affecte d'une manière différente, suivant les sujets, les noyaux osseux, les cartilages épiphysaires et les ligaments fibro-cartilagineux. Il m'a paru cependant qu'on peut ramener à trois types principaux la disposition des parties élémentaires du rachis.

(1) *Comptes rendus*, 6 mai 1872, et *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie* de Ch. Robin; juillet 1872.

» Dans le premier type, les disques interarticulaires présentent seuls moins de hauteur en avant, les noyaux osseux et les épiphyses cartilagineuses étant au contraire plus élevés dans ce sens.

» Dans le deuxième type, les noyaux osseux sont plus bas en avant qu'en arrière, ce qui est l'inverse pour les cartilages épiphysaires; les ligaments interarticulaires ont à peu près la même épaisseur dans tous les sens.

» Enfin, dans le troisième type, toutes les parties concourent à former la courbure, mais l'élément osseux y prend une très-faible part; ce sont surtout les fibro-cartilages interarticulaires et les épiphyses cartilagineuses qui offrent en avant une élévation moindre.

» Les faces articulaires des corps vertébraux du centre de la cyphose sont quelquefois très-bombées. Dans certains cas, cette forme est même si exagérée qu'il reste à peine, entre les surfaces articulaires, un intervalle de deux ou trois dixièmes de millimètre. Le disque fibro-cartilagineux se trouve alors divisé en deux parties inégales dont la postérieure, plus grande, contient le noyau gélatiniforme. Cette disposition résulte de la convexité des faces supérieure et inférieure des noyaux osseux, mais surtout d'une épaisseur exagérée des épiphyses cartilagineuses à leur partie centrale.

» Ces articulations vertébrales offrent à l'œil nu et au microscope les caractères rachitiques que l'on observe sur les grandes articulations, celle du genou par exemple : épaississement de la couche de cartilage en prolifération, formation au niveau de la couche ossiforme d'un tissu spongoïde, etc., etc. »

GÉOLOGIE. — *Aperçu géologique sur l'île de Kos*. Extrait d'une Lettre de M. **H. Gorceix** à M. Ch. Sainte-Claire Deville.

« Comme je vous le disais dans une précédente Lettre (1), après avoir terminé l'exploration de Nisyros, je me suis rendu à Kos, où j'ai rencontré des émanations gazeuses et des roches volcaniques intéressantes à étudier.

» Une arête de calcaire cristallin et de schistes, appartenant à l'époque secondaire, s'étend de l'extrémité est jusqu'au milieu de l'île. Cette petite chaîne représente, avec un massif très-peu important de roches de même nature placé à l'ouest autour du village de Képhalos, le noyau primitif de l'île, autour duquel sont venues se grouper des formations tertiaires très-

---

(1) *Comptes rendus*, 9 février 1874, p. 444 de ce volume.

riches en fossiles et où de nombreux épanchements de roches volcaniques se sont fait jour à diverses époques.

» Les couches de cette chaîne, dirigée à peu près E. 20. N, O. 20. S, sont fortement relevées vers le sud-est; coupées à pic du côté sud, elles forment au nord des collines descendant, en certains points, jusqu'au bord de la mer et limitant des bassins différents de l'époque tertiaire.

» Les laves ont, en général, l'aspect terreux; dans quelques cas seulement elles renferment de gros cristaux de feldspath orthose; mais presque partout elles sont profondément altérées, et leur masse est pénétrée de nodules sphéroïdaux de carbonate de chaux.

» Cette altération continue de nos jours sous l'action des dégagements gazeux et des sources d'eau minérale qu'on rencontre fréquemment dans cette région.

» A deux heures au sud-ouest du village de Rhora, au milieu des schistes et des trachytes, sur une longueur de plus de 1 kilomètre, le sol est imprégné d'eau chargée d'acide sulfurique, et en de nombreux points il s'en échappe des jets d'acide carbonique et d'hydrogène sulfuré, formant, par un temps calme, une couche de gaz qui reproduit en grand le phénomène de la grotte du Chien.

» Le dégagement le plus important s'effectue au milieu d'une petite solfatare, où quelques cristaux de soufre sont mêlés à l'argile provenant de la décomposition des roches voisines.

» Au mois d'avril 1873, le dégagement avait lieu à sec, et sa température était de quelques degrés supérieure à celle de l'atmosphère. Au mois de décembre de la même année, le gaz s'échappait, à la température de l'air, au milieu de flaques d'eau de pluie.

» Des analyses faites sur place ont donné, pour la composition de ce dégagement :

	8 avril.	12 décembre.
Hydrogène sulfuré	8,5	9,8
Acide carbonique	90,4	87,8
Résidu { oxygène, azote }	1,0	2,2
	99,9	99,8

» Les proportions d'hydrogène sulfuré seraient donc un peu plus considérables au mois de décembre, bien qu'à cette époque le mode de dégagement en dût amener au contraire une diminution.

» A côté jaillissent des eaux incrustantes ferrugineuses, qui ont couvert

le sol d'un dépôt important de travertin; leur température est de 21 degrés, il s'en échappe quelques bulles d'acide carbonique.

» Sur l'autre versant de cette chaîne on rencontre les mêmes phénomènes; en plusieurs points les eaux des ruisseaux sont rendues laiteuses par de très-faibles dégagements d'hydrogène sulfuré, et le sol est imprégné d'acide sulfurique, dont l'action lente, sur de minces lits de calcaires intercalés dans les schistes, a amené la formation de petites couches de gypse.

» Au bord de la mer sourdent, en deux points, des eaux minérales chaudes, dont la température atteint, à certains moments, celle de l'eau bouillante. L'une d'elles est faiblement incrustante, et le gaz qui s'en échappe renferme 97 pour 100 d'acide carbonique.

» Dans toute cette région il n'existe pas de centre apparent d'éruption; mais il n'en est pas de même dans la partie ouest de l'île : celle-ci est reliée à la première par une isthme, où percent, dans tous les ravins, les formations tertiaires, recouvertes par une couche épaisse de tuf ponceux, identique à celui de Hyali et dont il est contemporain.

» Ces lits horizontaux de tufs et de conglomérats atteignent leur puissance maxima auprès du village de Képhalos, où ils ont une épaisseur de près de 20 mètres; là, ils viennent s'appuyer sur une série de basaltes et de variétés d'obsidienne. Ces roches forment deux cônes éruptifs, dont le sommet est occupé par un petit plateau sans dépression sensible; mais, sur le plan ouest du plus considérable, il existe, aux trois quarts de sa hauteur, une cavité présentant tous les caractères d'un cratère. Les bords dessinent un cercle de 200 mètres de diamètre; ils sont intacts et coupés à pic sur tout le pourtour, sauf sur le côté ouest, où il existe une profonde échancrure. C'est par cette échancrure qu'a eu lieu une très-petite coulée de lave grésiforme, à gros grains vitreux, analogues à certaines variétés de Nisyros.

» Cette coulée a rencontré des marnes d'eau douce, sur lesquelles elle a eu une faible action métamorphique. L'éruption a été accompagnée de projections considérables de blocs de lave, dont on trouve les débris tout autour des cônes; mais le peu d'altération des laves et des roches calcaires montre qu'elle n'a été suivie ni de dégagements gazeux, ni d'écoulements d'eaux minérales. L'action volcanique dans cette région n'est plus représentée que par un très-faible dégagement d'hydrogène sulfuré, s'effectuant au milieu des tufs ponceux de l'isthme, et où l'on trouve quelques traces de soufre.

» Quant aux formations tertiaires, qui occupent plus des deux tiers de

l'île, avant la détermination des fossiles que j'y ai recueillis, je dois me contenter d'y indiquer les trois bassins suivants : à l'est, couches importantes d'eau douce, très-riches en fossiles et appartenant, je crois, au pliocène inférieur; à l'ouest, lambeaux de marnes, de même origine et de même époque que les terrains précédents; au centre, séries d'assises de sables et d'argile avec fossiles d'eau douce et d'eau saumâtre, couronnées par une formation marine. Dans cette dernière région, un affaissement graduel du sol, qui a duré jusqu'à la fin de l'époque pliocénique, a amené l'introduction, dans un lac d'eau douce, de proportions d'eau salée, de plus en plus considérables, et à la fin un envahissement complet de ce lac par la mer, où se sont formés des dépôts exclusivement marins. Puis, ces couches ont émergé de nouveau, à la suite d'un bouleversement contemporain de la grande éruption de Nisyros, bouleversement qui, probablement, a séparé Kos du continent et lui a donné sa forme actuelle. Ces oscillations du sol, qui, dans ces parages, se continuent de nos jours, sont très-nettement indiquées dans le petit îlot de Hyali, où l'on trouve trois couches de tufs fossilifères, séparées par des lits de pouzzolane et de ponce, lancées par le volcan et venant recouvrir l'îlot chaque fois qu'un mouvement d'exhaussement le faisait émerger.

» Parmi les fossiles de cette couche, je citerai les suivants : *Turbo rugosus*, *Venus verrucosa*, *Natica millepunctata*, *Cerithium vulgatum*, *Columbella rustica*, espèces vivant en abondance dans ces régions, qui font placer ces couches à un niveau supérieur aux terrains tertiaires les plus récents et fournissant ainsi une limite inférieure pour déterminer l'époque à laquelle Nisyros doit sa formation. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur un nouvel appareil pour enregistrer la direction des nuages.* Note de M. H. de Parville.

« J'ai eu besoin, pour des recherches que je poursuis depuis quelque temps, d'obtenir la direction des vents supérieurs avec une exactitude plus grande que celle que l'on a l'habitude d'exiger des observateurs. J'ai combiné, pour résoudre le problème, un nouvel anémographe, qui me paraît de nature à rendre service aux météorologistes.

» Soit une planchette fixée sur un pied, de 30 centimètres de longueur sur 20 de largeur. Une glace dépolie, posée verticalement, à angle droit, partage ce plan en deux parties égales. Le côté gauche du plan est recouvert par une glace étamée; le côté droit porte une feuille de papier.

» Les nuages qui passent au-dessus de la glace horizontale s'y réfléchissent; en même temps, l'observateur voit leur image, à travers la vitre verticale, se projeter sur la feuille de papier. Il suffit de suivre leur trace avec un crayon, pour fixer leur parcours avec précision.

» Sur la glace étamée est gravée une rose des vents, qui se reproduit sur le papier; la planchette porte elle-même une petite boussole. On peut donc obtenir, à un degré près, la vraie direction des nuages.

» Ce dispositif offre l'avantage de laisser, dans les mains de l'observateur, une ou plusieurs traces de la direction azimutale des vents. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur trois nouveaux squelettes humains découverts dans les grottes de Menton, et sur la disparition des silex taillés et leur remplacement par des instruments en grès et en calcaire.* Note de M. E. **Rivière**, présentée par M. de Quatrefages.

« Les grottes de Menton ou cavernes des Baoussé-Roussé ont donné lieu, depuis la dernière Communication que j'ai eu l'honneur de faire à l'Académie des Sciences, au mois d'avril dernier, à la découverte de trois autres squelettes humains, dont deux d'enfants, et à quelques faits nouveaux relatifs à la nature des armes et des instruments en pierre.

» En effet, le 3 juin 1873, j'ai commencé à découvrir dans la caverne qui porte le n° 6, à $3^m,90$ de profondeur, un nouveau squelette d'adulte, le troisième des grottes de Menton ou le second de la sixième caverne, et deux jours plus tard, le 5 juin, à $3^m,80$, dans le voisinage de celui-ci et presque à ses pieds, le squelette d'un enfant d'une quinzaine d'années. Le second enfant a été trouvé il y a trois semaines, le 27 janvier 1874, dans la caverne n° 1.

» La découverte du nouveau squelette d'adulte confirme pleinement certaines coutumes funéraires, dont j'ai parlé dans mes précédentes Communications, par la coloration rouge des ossements et du foyer sur lequel ils reposent immédiatement, et par leur aspect parfois brillant et métallique; coloration et aspect dus comme toujours à la présence du fer oligiste dont, à l'exemple des deux premiers squelettes, celui-ci avait été entièrement recouvert, et que je retrouve aussi sur les armes en os et en pierre et sur les parures de coquilles et de dents percées dont il était orné.

» Ce troisième squelette était situé à droite et en avant du second, à un niveau inférieur de $0^m,15$ seulement, et dans une position un peu diver-

gente par rapport à celui-ci. La tête repose sur la partie latérale gauche du crâne et de la face, comme chez le premier squelette, tandis que le corps affecte un décubitus dorso-latéral gauche.

» Le plan du foyer sur lequel ce squelette est étendu présente une double déclivité : 1° de haut en bas et d'arrière en avant; 2° de haut en bas et de droite à gauche, de telle sorte que la tête est de $0^{m},23$ plus élevée que les extrémités inférieures et que toute la partie latérale gauche du corps est également plus haute de $0^{m},14$ que la partie latérale droite.

» Il n'existait de bloc de pierre un peu volumineux ni sur la tête ni sur les autres parties du squelette, médiatement ou immédiatement.

» Tous les ossements conservés dont il se compose sont en place et dans leurs rapports anatomiques entre eux, sauf quelques-uns de ceux qui constituent les membres inférieurs. Ces derniers, par suite d'un accident difficile à expliquer, ont subi et une certaine destruction et un déplacement des plus bizarres.

» La destruction porte sur l'avant-bras droit, ainsi que sur la main du même côté, qui ont disparu presque entièrement; car du cubitus et du radius il ne reste que deux courts fragments, fragments supérieurs de ces deux os fracturés inégalement, qui sont encore dans leurs rapports articulaires normaux avec la poulie humérale. Par contre, les autres ossements qui complètent le membre thoracique droit et ceux qui constituent son congénère du côté gauche sont entiers. La cage thoracique, à l'exception de la première côte droite, la colonne vertébrale moins deux vertèbres cervicales, l'os iliaque droit et le sacrum, ont également disparu, ainsi que les rotules droite et gauche, la tête du fémur droit, le péroné gauche et tous les ossements des pieds, sauf l'astragale et la phalange onguéale du gros orteil du côté droit. Les deux fémurs sont brisés : le fémur droit en deux fragments, dont le supérieur seul est en place, le gauche à la réunion des trois quarts supérieurs avec le quart inférieur; le fragment restant mesure $0^{m},39$ de longueur. Les tibias sont brisés aussi tous deux, mais à des hauteurs inégales, et mesurent ainsi, le droit $0^{m},35$, le gauche $0^{m},28$. Le péroné droit également fracturé ne mesure plus que $0^{m},236$.

» Quant au déplacement il affecte : 1° le fragment inférieur du fémur droit, qui est placé transversalement en dehors et à gauche du squelette, sur un plan plus élevé et oblique de haut en bas; 2° le tibia gauche qui est aussi reporté transversalement sur un plan oblique, mais un peu inférieur au précédent, de telle sorte que l'extrémité inférieure de l'os correspond à l'extrémité inférieure du fémur gauche; 3° le tibia droit qui se

trouve longitudinalement situé au niveau du thorax, son extrémité supérieure reposant médiatement sur le bord supérieur de l'os iliaque, dont il est séparé par une faible couche de cendres, tandis que l'extrémité inférieure plus élevée correspond pour ainsi dire à l'espace interclaviculaire; 4° le péroné droit qui croise à angle droit l'extrémité inférieure du tibia droit, passant un peu au-dessous de lui, et s'enfonce dans le foyer sous le bord spinal du scapulum droit, qui est dans sa position normale.

» Les principaux caractères que présente ce troisième squelette d'adulte sont : une dolichocéphalie prononcée; des orbites tout à fait analogues à ceux du premier squelette; un maxillaire inférieur puissant, doué de dents épaisses, jeunes (1), non usées, mais aux tubercules saillants; des ossements très-développés, aux attaches musculaires fortes, et entre autres des clavicules qui mesurent environ $0^{m},17$ de longueur; enfin une grande stature.

» La tête est environnée d'un très-grand nombre de coquilles percées, appartenant principalement aux genres *Nassa*, *Buccinum*, *Columbella* et *Cypræa*, et de quelques dents canines de cerf perforées; coquilles et dents non adhérentes au crâne, mais contenues dans une couche de cendres de $0^{m},02$ à $0^{m},03$ d'épaisseur, fortement colorée en rouge, comme ces pièces elles-mêmes, par le fer oligiste, et formant au-dessous et en arrière du crâne comme une sorte d'auréole. Ces coquilles et ces dents réunies devaient constituer soit une résille, soit une couronne.

» Des coquilles et des dents analogues se retrouvent en grand nombre, pour les premières du moins, autour des clavicules, près du scapulum et des vertèbres cervicales, où elles devaient former un collier. Les mêmes coquillages se rencontrent aussi, mais en quantité moindre, auprès des coudes, formant bracelets; cependant je n'en ai recueilli que très-peu dans le voisinage des os du carpe. Aucune parure n'ornait les membres inférieurs; seule une cyprée perforée était adhérente au fémur gauche, un peu au-dessous du grand trochanter, et une autre cyprée percée était enfouie dans le sol, près de l'extrémité supérieure du corps du fémur droit.

» Les autres objets trouvés avec ce squelette dans son foyer immédiat se composent d'ossements, de dents et de mâchoires d'animaux, ruminants, pachydermes et rongeurs, de quelques débris d'oiseaux, de deux fragments de bois de cerf et de la racine, fendue longitudinalement en deux fragments, d'une canine d'*Ursus spelæus*, placée un peu en avant de la tête

(1) La dernière dent molaire n'est pas encore apparue en dehors de l'alvéole.

et au-dessus de l'extrémité externe de la clavicule gauche, et colorée en rouge par le fer oligiste.

» Quelques coquillages comestibles ont été aussi recueillis au même niveau, ce sont surtout des *patelles*, des *moules* et des *pétoncles*.

» Quant aux armes et aux instruments, ils sont en os et en pierre. Les premiers se composent d'un fragment de poignard, long de 47 millimètres, trouvé en dedans de l'humérus gauche, à pointe dirigée vers la partie supérieure du thorax, et d'un fragment de poinçon, dont la pointe est à peu près intacte. Les seconds présentent un fait extrêmement curieux, que j'ai commencé à trouver pour la première fois avec ce squelette, je veux parler des armes et des instruments en grès.

» En effet, les objets en silex diminuent ici considérablement pour disparaître bientôt dans les couches un peu plus inférieures, où ils sont complétement remplacés par des instruments en grès taillés et plus ou moins retouchés sur les bords, tandis qu'auparavant le grès n'apparaissait qu'à l'état d'exception. Ces grès sont parfois accompagnés de quelques quartzites, de quelques afanites et surtout de calcaires taillés, parmi lesquels je citerai un nucléus parfaitement conservé.

» La disparition des silex taillés coïncide aussi avec celle des armes en os au-dessous du troisième squelette. La faune qui accompagne ces grès travaillés ne différant en rien de celle des foyers supérieurs, je ne crois pas devoir attribuer la présence de ceux-ci à une époque plus ancienne, bien que la taille des flèches, par exemple, se trouve modifiée et affecte le type des Moustiers. J'inclinerais volontiers à l'expliquer par l'arrivée des premières tribus dans les grottes de Menton, qui recoururent d'abord aux roches les plus faciles à trouver, en attendant qu'elles eussent découvert les gisements de silex auxquels elles devaient un peu plus tard emprunter les matériaux qui leur étaient nécessaires.

» Quant aux deux squelettes d'enfant, le premier semble appartenir à un sujet d'une quinzaine d'années, d'après le défaut de soudure de certaines épiphyses osseuses. Il repose, comme toujours, sur un foyer de cendres, non plus étendu sur le dos ou sur le côté, mais bien cette fois sur le ventre; le crâne est totalement écrasé et impossible à reconstituer; le reste du squelette est en assez bon état de conservation. Il est situé à 80 centimètres environ en avant du troisième squelette d'adulte et à un niveau supérieur de quelques centimètres seulement. Il n'était orné d'aucune parure ni d'aucune arme en os.

» Le second squelette d'enfant, découvert le 27 janvier 1874, ne pro-

vient plus de la sixième caverne, mais bien de la grotte n° 1, à 2^{m},70 de profondeur. Il semble appartenir à un enfant d'une dizaine d'années. Il est situé à 10^{m},50 de l'entrée de la caverne, à égale distance des parois droite et gauche, dans le sens de la longueur de la grotte et dirigé du nord-est au sud-ouest. »

AGRICULTURE. — *Sur la culture des pins dans le centre de la France.* Note de M. DE BÉHAGUE, présentée par M. Becquerel.

« On a généralement semé dans le centre de la France sans étudier avec assez de soin la nature des terres à boiser, et trop souvent la graine de pin maritime a été confiée à des sols où il eût été préférable de semer le pin sylvestre.

» Le pin maritime est fort peu délicat et pousse sur presque tous les terrains, il est vrai, mais avec des différences bien grandes, selon que le terrain lui convient plus ou moins. On voit, en Sologne, des réussites parfaites de pins maritimes, et à peu de distance ces mêmes pins sont maigres, allongés, chétifs; les uns peuvent être conservés soixante ans et plus, les autres ne peuvent pas atteindre vingt-cinq ans, et souvent beaucoup moins; et cela sur des terres, en apparence, de même qualité; les unes ont du fond, les racines peuvent s'y enfoncer, le pivot surtout; les autres reposent sur des tufs plus ou moins argileux et imperméables. Dans ces derniers terrains, le pivot ne peut prendre de la force; l'arbre vit par ses racines latérales, et celles-ci sont gênées par leurs voisines. Alors, quand le terrain est imbibé par de grandes pluies, s'il survient ensuite de grands vents, les pins sont couchés à terre.

» De toutes ces considérations il résulte que tout propriétaire qui veut transformer ses terres en pinières doit bien étudier son sol; car souvent une pinière diffère d'une autre au point d'avoir une valeur deux ou trois fois plus grande, non-seulement par la qualité productive du sol, mais encore par sa constitution, sa profondeur, la nature du sous-sol et son état hygrométrique.

» Nous ne nous étendrons pas longuement sur les semis de pins maritimes. Il suffit de pratiquer un labour léger et de jeter par hectare 15 à 20 kilogrammes de graines, dont le prix est de 25 à 50 centimes le kilogramme. Souvent on sème le pin maritime dans une céréale, sur un chaume ou dans un sarrasin, ou encore sur un simple essartage : la présence des genêts est souvent une indication que le terrain, à la superficie du moins, convient aux pins maritimes.

» Reste à étudier le sous-sol, car c'est de lui que dépendent l'avenir et la réussite complète d'une pinière, qui produit d'autant plus qu'elle peut être conservée plus longtemps, vérité qu'on ne saurait trop répéter. Partout où la terre est tenace, argileuse, couverte d'ajonc ou de grande bruyère, nous n'hésitons pas à déconseiller le pin maritime. Ces terres conviennent merveilleusement au pin sylvestre qui, lui, se dégage bien mieux que le pin maritime des grandes herbes, bruyères, ajoncs, les domine et les étouffe sous ses puissants rameaux; il supporte mieux l'état serré, il résiste mieux que le pin maritime aux grands vents.

» Les semis faits, la levée réussie, il reste la question importante des éclaircies, des espacements; car de ces travaux dépend l'avenir des pinières qui, pour être amenées à de grands produits, doivent être soumises à des soins incessants. A quel âge doit-on entrer dans les semis? Les uns disent à trois ou quatre ans; les autres disent à huit, neuf ou dix ans. A trois ou quatre ans, le travail est coûteux et ne rapporte rien; à huit, neuf ou dix ans, on fait des bourrées, il est vrai, et l'on tire un petit produit, mais c'est aux dépens de l'avenir. Le pin maritime, comme tous les conifères, vit en partie par ses feuilles, et il doit donc en rester pourvu dans une certaine mesure.

» Dans les premières éclaircies qui se font à huit, neuf ou dix ans, les pins ont de 40 à 60 centimètres de haut; quand ils sont trop pressés, la tête seule est pourvue de feuilles; quand ils sont isolés, ils sont pourvus seulement d'une couronne qui s'élève de 30 à 50 et quelquefois 60 centimètres de terre : le vent les tourmente, et ils mettent un an ou deux à se remettre du changement d'état, d'air, de jour que leur a apporté le dépressage. Dans le dépressage de trois ou quatre ans, on fait un travail sans produit immédiat, mais tellement avantageux à l'avenir des pins que nous n'hésitons pas à dire qu'il égale cinq à dix fois le petit produit perdu des bourrées qui, dans ce cas, payerait à peine le travail.

» A trois ou quatre ans, les semis de pins maritimes sont encore à l'état herbacé et, dans les terrains sablonneux, se laissent arracher à la main ou très-facilement à la pioche plate. Un homme peut éclaircir de 30 à 45 ares dans sa journée, en espaçant les sujets de 50, 60 ou 70 centimètres.

» Dans cet état, les jeunes pins non-seulement forment et allongent leur tête, mais conservent les uns une couronne, les autres deux couronnes, selon l'état primitif plus ou moins serré des semis. Les jeunes pins, débarrassés à cet âge des pins en excès, et espacés entre eux comme nous l'avons dit, prennent une forme conique qui leur donne la force de résister au vent. Ils ne boudent pas, ils continuent à s'élever d'autant mieux que,

vu leur jeune âge, ils sont aussi garnis de rameaux que ceux qui ont été éclaircis à sept, huit ou neuf ans.

» Puis, si l'on a le soin de répéter cette opération de trois ans en trois ans, ou de quatre en quatre ans, sans jamais abattre de couronne, l'éclaircie doit être assez soigneusement faite pour que le rapprochement des pins les uns des autres fasse périr les couronnes du bas, à mesure que celles du haut se forment, de façon que le tiers seulement de la hauteur reste garni de branches; en d'autres termes, l'éclaircie doit être conduite régulièrement, de façon que tous les pins se joignent sans se toucher; car si la lumière est nécessaire, elle ne doit pas être trop abondante.

» Par ces éclaircies successives, on peut obtenir des pins valant à quinze ou seize ans plus que des pins de vingt ou vingt-cinq ans, dans lesquels les éclaircies ont été faites avec moins de soin. Comme il est démontré que plus on peut mener loin les pins maritimes, plus ils rapportent, les soins du sylviculteur doivent tendre à ce but, tant dans son propre intérêt que dans celui du pays; car, plus un pays possède de bois résineux, plus il est sain et salubre. »

A 5 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures un quart. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 23 février 1874.

Recueil de mémoires, rapports et documents relatifs à l'observation du passage de Vénus sur le Soleil. Paris, typ. de Firmin Didot, 1874; 1 vol. in-4°. (Ce volume forme le tome XLI des *Mémoires de l'Académie des Sciences.*)

Quelques mots à l'Académie de Médecine sur un cas de monstruosité pygomèle; par M. H. Baron Larrey (séance du 6 janvier 1874). Paris, imp. Martinet, sans date; br. in-8°.

Description de quelques oiseaux de Chine; par M. l'abbé A. David. Sans lieu ni date; opusc. in-8°. (Présenté par M. Milne Edwards.)

Essai sur la géométrie des cristalloïdes; par le Comte L. Hugo. Paris, Gauthier-Villars, 1873; br. in-8°. (2 exemplaires.)

Notions élémentaires théoriques et pratiques sur les irrigations, etc.; par M. J. CHARPENTIER DE COSSIGNY. Paris, au siége de la Société des Agriculteurs de France, 1874; 1 vol. in-4°.

L'ovotomie abdominale ou opération césarienne; par le Dr BAUDON. Paris, Germer-Baillière, 1873; in-8°. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

La Chaleur, mode de mouvement; par John TYNDALL; 2e édition française, traduite de l'anglais sur la 4e édition, par M. l'abbé MOIGNO. Paris, Gauthier-Villars, 1874; 1 vol. in-12.

La Clef de la Science ou les Phénomènes de la nature expliqués, par le Dr E.-C. BREWER; 5e édition, *par* M. l'abbé MOIGNO. Paris, Renouard, 1874; 1 vol. in-12.

Résultats scientifiques des explorations de l'océan Glacial à l'est des Spitzbergen en 1871; par Ch. GRAD. Paris, Ch. Delagrave, 1873; br. in-8°. (Extrait du *Bulletin de la Société de Géographie*.)

Société de Médecine et de Chirurgie de Bordeaux. Des réformes dont nos institutions d'hygiène publique sont susceptibles. Mémoires lus à la Société par MM. les docteurs ARMAINGAUD *et* LEVIEUX. Bordeaux, Gounouilhou, 1873; in-8°. (3 exemplaires.)

Le Phylloxera. Appel général aux propriétaires de vignobles et en particulier aux propriétaires du Médoc; par J. SAINT-LÉON BOYER-FONFRÈDE. Bordeaux, imp. G. Gounouilhou, 1874; br. in-8°.

Annales de la Société d'Agriculture, Histoire naturelle et Arts utiles de Lyon; 4e série, t. IV, 1871. Lyon, Pitrat aîné; Paris, F. Savy, 1872; 1 vol. in-8°.

Mémoires de l'Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Lyon, Classe des sciences; t. IX. Paris, Durand; Lyon, Ch. Palud, 1871-1872; 1 vol. in-8°.

Sur une variation de température qui accompagne la diffusion des gaz à travers une cloison de terre poreuse; par M. L. DUFOUR. Lausanne, imp. Allenspach, 1874; br. in-8°.

École d'Agriculture de Montpellier. Programme du Cours de Technologie agricole; par M. SAINTPIERRE, professeur. Montpellier, impr. centrale du Midi; br. in-8°.

Expériences agricoles; par C. SAINTPIERRE. Montpellier, imp. centrale du Midi, 1873; br. in-8°.

(A suivre.)